



This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

- + *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
- + *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
- + *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
- + *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

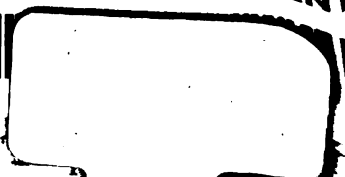
About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at <http://books.google.com/>

Math. 184.



UNIVERSITEITSBIBLIOTHEEK GENT



Digitized by

Google



ISAACI
NEWTONI,

EQUITIS AURATI,

OPUSCULA

MATHEMATICA, PHILOSOPHICA

ET

PHILOLOGICA.

Collegit partimque Latinè vertit ac recensuit

JOH. CASTILLIONEUS

JURISCONSULTUS.

TOMUS SECUNDUS

Continens

PHILOSOPHICA.



LAUSANNÆ & GENEVÆ,

Apud MARCUM-MICHAELEM BOUSQUET
& Socios.

MDCCXLIV.

V I R I S
ILLUSTRISSIMIS, MAGNIFICIS,
AMPLISSIMIS,
REI OECONOMICÆ REGUNDÆ SELECTIS,
SENATORIA DIGNITATE AC MAGISTRATIBUS
IN POTENTISS.

REPUBLICA BERNENSI
CLARISSIMIS
STEMMATE NOBILISSIMIS,

DN. JOANNI ANTONIO KILCHBERGUER,
Provincia Germanica Quaestori Integerrimo.

DN. CHRISTOPH. STEIGUER,
Provincia Romana Quaestori Integerrimo.

NEC NON

REIP. TRIBUNIS

DN. GEORGIO DE MOURALT,

DN. ANTONIO HACBRETT.

Tom. II. *

DN. CHRISTIANO WILLADING,
Equiti Sti. MARCI.

DN. BEATO LUDOVICO BERSETH.

QUOD PATRIAM CONSILIIS TUTENTUR.

Virtutibus ornent, Scientiarum Cultoribus faveant;
præfidio juvent,

Hoc jure optimo debitum

D. D. D.

Devotissimus Cultor, addictissimus,
obsequentissimus Chiens,

J. CASTILLIONEUS,
Collector & Editor.



INDEX OPUSCULORUM

Qua TOMUS SECUNDUS complectitur.

OPUSCULUM XVII.

DE MUNDI SYSTEMATE,

pag. II

OPUSCULUM XVIII.

LECTIONES OPTICÆ.

PARS PRIOR

De Radiorum Lucis Refractionibus.

SECTIO PRIMA <i>De Radiorum diversâ Refrangibilitate,</i>	75.
SECTIO SECUNDA <i>De Mensurâ Refractionum,</i>	98.
SECTIO TERTIA <i>De Planorum Refractionibus,</i>	125.
SECTIO QUARTA <i>De Refractionibus curvarum Superficierum,</i>	161.

PARS SECUNDA

De Colorum Origine.

SECTIO PRIMA <i>De Radiorum Lucis Coloribus,</i>	181.
SECTIO SECUNDA <i>De variis Colorum Phanomenis,</i>	234.

* * *

OPUS.

DN. CHRISTIANO WILLADING,
Equiti Sti. MARCI.

DN. BEATO LUDOVICO BERSETH.

QUOD PATRIAM CONSILIIS TUTENTUR.

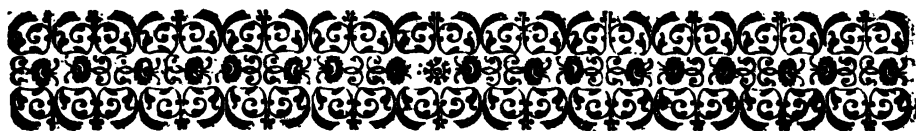
Virtutibus ornent, Scientiarum Cultoribus faveant;
præsidio juvent,

Hoc jure optimo debitum

D. D. D.

Devotissimus Cultor, addictissimus,
obsequentissimus Cliens,

J. CASTILLIONEUS,
Collector & Editor.



INDEX OPUSCULORUM

Qua TOMUS SECUNDUS *completitur.*

OPUSCULUM XVII.

DE MUNDI SYSTEMATE,

pag. II

OPUSCULUM XVIII.

LECTIONES OPTICÆ

PARS PRIOR

De Radiorum Lucis Refractionibus.

SECTIO PRIMA <i>De Radiorum diversâ Refrangibilitate.</i>	75
SECTIO SECUNDA <i>De Mensurâ Refractionum.</i>	98
SECTIO TERTIA <i>De Planorum Refractionibus.</i>	125
SECTIO QUARTA <i>De Refractionibus curvarum superficierum.</i>	168

PARS SECUNDA

De Colorum Origine

SECTIO PRIMA <i>De Radiorum Lucis Coloribus.</i>	181
SECTIO SECUNDA <i>De variis Colorum Phanomenis.</i>	234

* 2

OPUS

SCRIPTA INSERTA TRANSACTIONIBUS PHILOSOPHICIS.

Num. 80.

ART. I. *Epistola continens* NEWTONI *novam Theoriam* DE
LUCE ET COLORIBUS; &c. 279

Num. 81.

ART. II. *Descriptio novi cata-dioptrici Telescopii inventi ab* ISAACO
NEWTONO *Regia Societatis Socio, & Mathematicum Profes-*
sore in Universitate Cantabrigiensi, 295ART. III. *Quod probatur* CHRISTIANO HUGENIO ZULI-
CHEMIO, 299ART. IV. *Quadam ad idem instrumentum pertinentia conscripta*
ab ISAACO NEWTONO, 301ART. V. *Quadam de Cometâ Anni* 167 $\frac{1}{2}$, 302

Num. 82.

ART. VI. *Admonitiones* NEWTONI *nonnulla ad Telescopium suum*
pertinentes cum Tabulâ hiatusum ac diametrorum Lentium ocu-
larium pro variis hujus instrumenti longitudinibus, 303ART. VII. *Responsio* NEWTONI *ad acuti cujusdam Galli Philo-*
sophi animadversiones in novum Telescopium, 306

Num. 83.

ART. VIII. *Pars Epistole à* BERCÆO *scripta de cata-dioptrico Te-*
lescopio, quod asserbatur redditum perfectius à CASSEGRAI-
NIO, 308ART. IX. *Observationes* NEWTONI *in superiorem* BERCÆI
Epistolam, 309ART. X. *Proponuntur experimenta quadam pertinentia ad* NEW-
TONI *Theoriam de* LUCE *Editam sub* Num. 80. 312ART. XI. *Animadversiones* NEWTONI *in superius proposita expe-*
rimenta, 313

Num. 84.

ART. XII. *Animadversiones* P. PARDIES *Mathematicum Professoris*
in Parisino Claromontii Collegio, in ISAACI NEWTONI *Ma-*
thematicum Professoris in Universitate Cantabrigiensi Theoriam
de LUCE, 315

ART. XIII

ART. XIII. *Responsio* NEWTONI ad P. PARDIES, 319

Num. 85.

ART. XIV. NEWTONI *genuina methodus evincendi* Theoriam de LUCE & COLORIBUS, 323

ART. XV. *Secunda* P. PARDIES *littera quibus reponitur* NEWTONI *responsioni ad primas litteras ipsius* P. PARDIES *editas sub* Num. 84. 326

ART. XVI. *Secunda* NEWTONI *Responsio ad* P. PARDIES, 328
Num. 88.

ART. XVII. *Responsio* NEWTONI *ad nonnullas considerationes in suam* Theoriam de LUCE & COLORIBUS *editam sub harum Transactionum* Num. 80. Art. I. 335

Num. 96.

ART. XVIII. *Summarium Epistole nuper scripte* Lutetiæ Parisiorum *ab Ingenioso quodam Viro, in quâ continentur animadversiones nonnulla in* NEWTONI *doctrinam de* COLORIBUS, *& in ea, qua conficiunt inaequales* Radiorum *Refractiones in* Telescopiorum *vitris,* 359

Num. 97.

ART. XIX. *Excerptum ex Epistolâ ab* ISAACO NEWTONO *data; in quâ agitur de* COLORUM *numero, de illis omnibus necessariò miscendis, ut* Albedo *componatur, deque causâ, quâ imago per vitra in obscuratum Cubiculum intromissa tam distincta apparet, quamvis* Radii *inequaliter refringantur,* 361

ART. XX. *Responsio (ad superiorem Epistolam) data ab eodem Parisiensi Philosopho qui nuper dictus fuerat scripsisse Epistolam jam relatam sub* Num. 96. Art. XVIII., 366

ART. XXI. NEWTONI *ad superiorem Epistolam responsio, quâ dilucidius explanatur ejusdem* Theoria de LUCE & COLORIBUS *& praesertim de* Albedine; *quâque expomitur spes perficiendorum Telescopiorum ope* Reflexionum *potius quàm* Refractionum, *quàm adhuc habet,* 367

* 3

Num. 110.

VI INDEX OPUSCULORUM.

Num. 110.

ART. XXII. FRANCISCI LINI *Epistola ad amicum Londinē degentem, quā continentur nonnulla Animadversiones in ISAACI NEWTONI Theoriam de LUCE & COLORIBUS nuper editam in his Tractatibus*, 374.

ART. XXIII. *Responsio ad superiorem Epistolam*, 377.

Num. 121.

ART. XXIV. *Epistola FRANCISCI LINI, quā reponitur litteris editis sub Num. 110. continentibus responsionem ad primam ejusdem LINI Epistolam de ISAACI NEWTONI Theoria de LUCE & COLORIBUS*, 378.

ART. XXV. ISAACI NEWTONI *Considerationes in ea, quae superius reposita fuerunt, unā cum quibusdam monitis de ratione recte instituendarum experimentorum controversorum*, 381.

ART. XXVI. *Excerptum ex Epistolā GASCOINII, in quā continentur verba nonnulla spectantia ad sequentes NEWTONI litteras*, 384.

ART. XXVII. *Excerptum ex alterā Epistolā à NEWTONO datā, ubi de eodem argumento agitur*, 385.

Num. 123.

ART. XXVIII. *Peculiaris Responsio ISAACI NEWTONI ad Epistolam FRANCISCI LINI editam sub Num. 121., ART. XXIV. De experimento pertinente ad novam Doctrinam de LUCE & COLORIBUS*, 387.

Num. 128.

ART. XXIX. *Epistola pertinens ad NEWTONI experimentum de Spectro colorato, & continens nonnullas exceptiones ad ejus Theoriam de LUCE & COLORIBUS*, 394.

ART. XXX. NEWTONI *Responsio ad superiorem Epistolam*, 401.

ART. XXXI. NEWTONI *Tabula Refractionum Aeris*, 408.

OPUSCULUM XX.

DE NATURA ACIDORUM, 413.

• OPUSCULUM XXI.

SCALA GRADUUM CALORIS & FRIGORIS, 419.

OPUSCULUM

OPUSCULUM XVII.
DE
MUNDI
SYSTEMATE
LIBER
ISAACI NEWTONI.

Opus diu integris suis partibus desideratum.

In usum Juventutis Academicæ.

Editus LONDINI: An. 1731.

Is. Newtoni Opuscula. Tom. II.

A



NEWTONI Princip. Math.

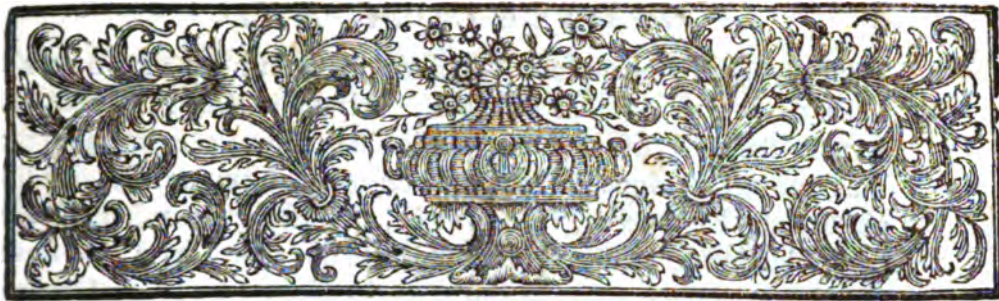
Lib. III. initio.

IN Libris præcedentibus Principia Philosophiæ tradidī, non tamen philosophica, sed mathematica tantum, ex quibus videlicet in rebus philosophicis disputari possit. Hæc sunt, Motuum & Virium, leges & conditiones, quæ ad Philosophiam maximè spectant. Eadem tamen, ne sterilia videantur, illustravi Scholiis quibusdam philosophicis; ea tractans, quæ generalia sunt, & in quibus Philosophia maximè fundari videtur; uti Corporum densitatem, & resistantiam; Spatia Corporibus vacua; motumque Lucis, & Sonorum. Superest, ut ex iisdem Principiis doceamus constitutionem SYSTEMATIS MUNDANI. De hoc Argumento composueram Librum tertium methedo populari, ut à pluribus legeretur.

A 2



DE



D E

M U N D I S Y S T E M A T E

L I B E R.



FIXAS in supremis Mundi partibus Cœlos esse fluidos.
 immotas persistere, & Planetas his inferiores circa Solem revolvi; Terram pariter moveri cursu annuo, diurno verò circa Axem proprium; & Solem, ceu Focum Universi, in omnium Centro quiescere, antiquissima fuit philosophantium sententia. Sic enim Archimedes in Arenario.
 senserant olim PHILOLAUS, ARISTARCHUS *Samius*, PLATO ætate Aristot. lib. 2. de cœlo. Plutarch. lib. 3. de placitis philosoph. & in Numâ.
 maturiore, *Pythagoreorum* turba, & his antiquior ANAXIMANDER, & *Romanorum* Rex ille sapientissimus NUMA POMPILIUS. Is, in symbolum Orbis rotundi & ignis solaris in Centro, Templum erexit *Vestæ*, formâ rotundâ, & ignem perpetuum in medio asservari sanxit. Ab *Ægyptiis* autem, Astrorum antiquissimis observatoribus, propagatam esse hanc sententiam verisimile est. Etenim ab illis, & à Gentibus conterminis, ad *Græcos*, Gentem magis Philologicam, quàm Philosophicam, Philosophia omnis antiquior juxta & sanior manasse videtur: & Sacra *Vestæ* ingenium *Ægyptiorum* sapiunt, Mysteria captum vulgi superantia sacris Ritibus, & Hiero-

Hieroglyphicis pingentium. Subinde docuerunt ANAXAGORAS, DEMOCRITUS, & alii nonnulli, Terram in Centro Mundi immotam stare, & Astra omnia in occasum, aliqua celerius, alia, tardius moveri, idque in spatiis liberrimis. Namque Orbes solidi postea ab EUDOXO, CALIPPO, ARISTOTELE, introducti sunt; declinante in dies Philosophiâ primitus introductâ, & novis *Græcorum* commentis paulatim prævalentibus. Cum his Orbibus malè consistunt Phænomena Cometarum. Hos, inter Corpora cælestia à multis olim numeratos, *Chaldei*, rerum astronomicarum peritissimi, pro Stellis errantibus habuere: quasi semel singulis revolutionibus, in Orbium valde excentricorum partes infimas descendendo, se nobis per vices conspiciendos exhiberent. Eosdem postea, in regiones infra Lunam, necessariò detrusit ista Orbium solidorum Hypothesis; & his iisdem vicissim, per nuperas Astronomorum observationes, in Coelos Lunâ superiores restitutis, confracti sunt illi Orbes, & ex æthere deturbati.

Principium motus circularis in spatiis liberis.

Quibus vinculis Antiqui Planetas in spatiis liberis retineri, deque cursu rectilineo perpetuò retractos, in orbem regulariter agi docuere, non constat. In hujus rei explicationem Orbes solidos excogitados fuisse opinor. Philosophi recentiores, aut Vortices esse volunt, ut KEPLERUS, & CARTESIUS; aut aliud aliquod, sive impulsus, sive attractionis principium, ut BORELLUS, HOOKIUS, & ex nostratibus alii. Ex motus lege primâ certissimum est vim aliquam requiri. Nobis propositum est quantitatem, & proprietates ipsius eruere, atque effectus in Corporibus movendis investigare mathematicè: proinde, ne speciem ejus hypotheticè determinemus, diximus ipsam, generali nomine, centripetam, quæ tendit in Centrum aliquod; vel etiam, sumpto nomine de Centro, circumsolarem, quæ tendit in Solem; circumterrestrem, quæ in Terram; circumjovialem, quæ in Jovem; & sic in ceteris.

Effectus virium centripetarum.

Viribus centripetis Planetas in orbibus certis retineri posse intelligitur ex motibus projectilium. Lapis projectus, urgente gravitate suâ, deflectitur de cursu rectilineo, &, curvam Lineam in Aere describendo, tandem cadit in Terram; si motu velociore projiciatur, pergit longius. Augendo velocitatem, fieri posset, ut arcum descri-

describeret milliaris unius, duorum, quinque, decem, centum, mille; ac tandem, ut, pergendo ultra terminos Terræ, non amplius in Terram caderet. Designent AFB superficiem Terræ, C Centrum ejus, & VD, VE, VF, Lineas curvas, quas projectile de Montis præalti Vertice V, secundum Lineas Horizonti parallelas, auctis cum velocitatis gradibus, successivè emissum describat. Et, ne Aeris resistentia, quâ motus cœlestes vix retardantur, in computum veniat, fingamus hunc omnem tolli, vel saltem nil resistere. Et eâdem ratione, quâ Corpus velocitate minore describit arcum minorem VD, & majore arcum majorem VE, & auctâ adhuc velocitate pergit longius ad F, & longius ad G, idem tandem, si augeatur semper velocitas, superabit totum Telluris ambitum, & redibit ad Montem, unde fuerat projectum. Cumque Area, quam, Radio ad Centrum Terræ ducto, describit, sit (per Prop. 1. lib. 1. *Princip. Math.*) proportionalis tempori, velocitas ejus in reditu ad Montem non minor erit, quàm sub initio: servatâ autem velocitate potest idem sæpius eâdem lege revolvi. Imaginemur jam Corpora de regionibus altioribus secundum Lineas horizontales projici, puta, de locis milliaria quinque, decem, centum, mille, vel plura, totidemve Telluris semidiametros, altis; & pro variâ Corporum velocitate, & vi gravitatis in singulis regionibus exercitâ, describentur arcus, Telluri vel concentrici, vel variè excentrici; inque his trajectoriis pergent Corpora, ad modum Planetarum, Cœlos transcurrere.

TAB. I.

Fig. 1.

Et quemadmodum, ex descensu lapidis demissi, demonstrativè colligitur eundem gravitare, neque minùs certum gravitatis indicium est perpetua illa projectorum deflexio in Terram: sic omnis omnium, in spatiis liberis, motorum Corporum de recto tramite deviatio, & perpetua in locum quemvis deflexio, certissimum est indicium vim aliquam extare, quâ Corpora undique in locum illum urgentur. Utque, ex concessâ gravitate, necesse est Corpora omnia in his Terris inferiora petere; atque adeò, vel rectâ cadere, si quiescentia demittantur, vel de recto tramite perpetuò deflectere in Terram, si projiciantur obliquè: ita, ex concessâ vi in Centrum quodcunque tendente, non minùs necessarium est omnia, in quæ vis illa exercetur,

Certitudo
argumen-
ti.

cetur, vel rectâ descendere ad Centrum illud; vel, si obliquè moveantur, perpetuò de recto tramite in Centrum vergere. Quâ autem ratione Vires ex Motibus, & Motus ex Viribus colligendi sunt, copiosè expositum est in Libris de Motu.

Vires centripetas ad singula Planetarum Centra tendere.

Tendere autem vires centripetas ad Corpora Solis, Telluris, & Planetarum, sic colligo. Gyratur Luna circa Terram nostram, Radiisque ad ipsius Centrum ductis, describit Areas temporibus proportionales quàm proximè. Id, ex velocitate Lunæ cum ipsius apparentibus Diametris collatâ, certissimum est: Diametro minore, quæ majorem arguit distantiam, tardior est motus; majore velocior. Motibus magis regularibus gyrantur Satellites Jovis circa Jovem, Circulos Jovi concentricos æquabili motu describentes, quoad sensum. Sic & comes Saturni circa hunc Planetam, motu satis circulari & æquabili, revolvitur, excentricitate vixdum animadversâ. Venerem, & Mercurium, circa Solem revolvi demonstratur ex eorum Phasibus Lunaribus: plenâ facie fiti sunt ultra Solem, dimidiatâ è regione Solis, falcatâ cis Solem, per discum ejus nonnunquam transeuntes. Et Venus quidem orbem circula-rem Solique concentricum, uniformi motu describit quàm proximè. Mercurius autem, motu magis excentrico, ad Solem notabiliter accedit, & inde per vices recedit: sed velocior semper est, ubi Soli propior; quo fit, ut, Radio ad Solem ducto, describat Areas temporibus proportionales. Terram denique circa Solem, aut Solem circa Terram, Radio intercedente, Areas describere temporibus exactè proportionales demonstratur ex Solis Diametro apparente cum ipsius motu apparente collatâ. Hæc sunt experimenta astronomica: & ex his (per Libri primi Propositiones tres primas, & earum Corollaria) consequens est, quòd dentur Vires centripetæ, aut accuratè, aut sine errore notabili, ad Centra Terræ, Jovis, Saturni, & Solis, tendentes. In Mercurio, Venere, Marte, & Planetis minoribus, cum defint experimenta, valeat argumentum ex analogiâ.

Vires centripetas decrescere in duplicatâ

Ex Propositionis autem quartæ Corollario sexto consequitur, quòd hæ vires decrescunt in duplicatâ ratione distantiarum à Centro Planetæ cujusque. Nam tempora periodica Satellitum Jovis sunt

sunt inter se in sesquuplicatâ proportione distantiarum à Centro hujus Planetæ. In his jam diu notata fuit hæc proportio; eamque tam accuratè obtinere, quàm sit possibile sensibus discernere, significavit mihi FLAMSTEDIUS noster, has distantias micrometro, & per Satellitum Eclipses, sæpiùs mensus. Easdem, ante inventionem micrometri, GALILÆUS, pergendo ab intimo Satellite ad extremum, definivit esse semidiametrorum Jovis 6, 10, 16, 28, respectivè; SIMON MARIUS, 6, 10, 16, 26; CASSINUS, 5, 8, 13, 23; BORELLUS magis exactè, $5\frac{2}{3}$, $8\frac{2}{3}$, 14, $24\frac{2}{3}$. Et, post inventionem micrometri, TOUNLEIUS, 5,51. 8,78. 13,47. 24,72; FLAMSTEDIUS autem, 5,31. 8,85. 13,98. 24,23., & exactiùs per Eclipses, 5,578. 8,876. 14,159. 24,903. Sunt autem Satellitum, ex observationibus *Flamstedianis*, periodica tempora, 1^d. 18^h. 28'. 36"; 3^d. 13^h. 17'. 54"; 7^d. 3^h. 59'. 36"; & 16^d. 18^h. 5'. 13": & ex his derivatæ distantiae, ut numeri 5,578. 8,878. 14,168. 24,968., qui cum distantis observatione collectis satis accuratè congruunt. In Planetis autem circum-solaribus, Mercurio & Venere, proportio illa obtinet accuratissimè, quarum hætenus dimensiones orbitarum ex observationibus melioris notæ determinarunt Astronomi.

Martem quoque circa Solem revolvī demonstratur ex ipsius phasibus, & proportionē diametrorum apparentium. Nam, ex phasi plenā prope conjunctionem Solis, & gibbosā in quadraturis, certum est quòd is Solem ambit: & cum diameter ejus quasi quintuplò major appareat in oppositione Solis, quàm in conjunctione, & distantia ejus à Terrā sit reciprocè ut diameter apparens, erit distantia illa quintuplò minor circiter in oppositione quàm in conjunctione; at Martis à Sole eadem circiter erit distantia, in utroque casu, cum distantia ejus in quadraturis, quæ ex phasi gibbosā colligitur. Utque Solem æquabili ferè distantia, Terram valdè inæquabili, cingit: sic etiam, radio ad Solem ducto, describit aream satis uniformiter; at, radio ad Terram ducto, nunc velox est, nunc stationarius, nunc retrogradus. Jovem Marte superiorem esse, & motu quoque, quoad distantiam & areæ descriptionem, satis æquabili, Solem circuire, sic colligo. In literis ad me datis scripsit

Is. Newtoni Opuscula. Tom. II.

B

Cl.

tâ ratione
distantia-
rum à Pla-
netarum
centris.

Planetas
superiores
Solem cin-
gere, & ra-
diis ad ip-
sum ductis,
areas de-
scribere
tempori-
bus propor-
tiona-
les.

Cl. FLAMSTEDIUS, omnes intimi Satellitis, quas noverat, hactenus accuratè observatas Eclipses cum theoriâ suâ absque errore duorum in tempore scrupulorum primorum congruere; extimum non multò magis errare; penextimum vix triplò magis, penintimum verò multò magis, sed minùs tamen à computationibus suis dissidere, quàm solet Luna à Tabulis vulgaribus: Se verò per solos Satellitum motus medios, & æquationem lucis à *ROMERO* inventam, Eclipses computare. Ponamus igitur theoriam à motu Satellitis intimi hactenus observato minùs dissidere, quàm errore duorum scrupulorum primorum: & erit, ut Periodus integra dierum $16. 18^{\text{hor.}}$ $5'. 13''$, ad tempus $2'$, ita circulus integer graduum 360 , ad arcum $1'. 48''$. Proinde error computi *Flamstediani*, ad orbitam Satellitis reductus, minor erit quàm $1', 48''$, id est, longitudo Satellitis è centro Jovis spectati determinabitur absque errore $1'. 48''$. At longitudo illa, ubi Satelles in medio umbræ versatur, eadem est cum Jovis longitudine heliocentricâ; & propterea Hypothesis, quam *FLAMSTEDIUS* sequitur, nempe *Keplero-Copernicæ* à se nuper (quoad motum Jovis) correctâ, longitudinem illam rectè exhibet absque errore $1'. 48''$. Hâc longitudine, & notissimâ semper longitudine geocentricâ, determinatur distantia Jovis à Sole: quæ proinde ea ipsa est, quam exhibet ista Hypothesis. Namque, maximus ille in longitudine heliocentricâ error $1'. 48''$, insensibilis ferè est, & planè contemnendus; sed & ex Satellitis ignotâ excentricitate oriri potest. Longitudine autem & distantia rectè definitis, necesse est, ut Jupiter, radio ad Solem ducto, describat areas eâ lege quam Hypothesis requirit, & propterea temporibus proportionales. Idem de Saturno ex hujus asseclâ, per observationes *HUGENTII* & *HALLEII*, colligere licebit; quanquam observationum series diuturnior, in rei confirmationem & calculum satis accuratum, desideretur.

Vim, quâ
Planetæ
superiores
reguntur
non dirigi
ad Ter-
ram. Etenim.

Jupiter igitur, si quis hunc spectaret à Sole, nunquam appareret retrogradus, nunquam stationarius, ut ex Terrâ cernitur, sed motu satis uniformi semper progrediretur. Ex motûs apparentis geocentrici inæqualitate summâ colligitur (per Propositionis tertiæ Corollarium quartum), quòd vis illa, quâ Jupiter deflectere cogitur

gitur de motu rectilineo, & in orbem revolvitur, non dirigitur ad centrum Terræ. Et idem valet argumentum in Marte, & Saturno. Quærendum est (per Prop. II, & III. & hujus Corollaria) aliud harum virium centrum, circoꝝ quod, radiis intercedentibus, æquabilis sit arearum descriptio: & hoc esse Solem jam probatum est, in Marte quidem & Saturno præterpropter, in Jove verò abundè satis accuratè. Fingere licet Solem & Planetas vi quavis aliâ æqualiter & secundum lineas parallelas urgeri. Verum tali vi (per Legum Coroll. 6.) non mutabitur situs Planetarum inter se, nullus producet effectus sensibilis; nos autem agimus de causis effectuum sensibilibus. Rejiciatur igitur hujusmodi vis omnis, ut precaria, & ad Coelorum phænomena nil spectans; & vis omnis reliqua, quâ Stella Jovis urgetur, tendet (per Propositionis tertiæ Corollarium primum) ad centrum Solis.

Distantiæ Planetarum à Sole eadem prodeunt, sive Terram cum TYCHONE, sive Solem cum COPERNICO, collocemus in centro Systematis: & veras esse has distantias jam probavimus in Jove. In his definiendis KEPLERUS & BULLIALDUS apprime navarunt operam: unde & cum Coelis meliùs concordant ipsorum Tabulæ. Sunt autem harum distantiarum cubi in omnibus Planetis, in Jove, inquam, & Marte, Saturno & Tellure, æquè ac in Venere & Mercurio, ut quadrata temporum periodicoꝝ, & propterea (per Coroll. 6. Prop. IV.) vis centripeta circumfolaris decrescit per universa Planetarum Coela in duplicatâ ratione distantiarum à Sole. In examinandâ hacce proportionem fumendæ sunt distantie mediocres, sive orbium semiaxes transversæ (per Prop. XV.), & negligendæ minutie, quæ, in definiendis orbibus, ex insensibilibus observationum erroribus oriri potuerint, quæve causis post assignandis tribuendæ sunt. Sic incidetur semper in proportionem præfinitam exactè. Nam, cum distantie Saturni, Jovis, Martis, Terræ, Veneris & Mercurii, à Sole, ex observationibus Astronomicis collectæ, sint inter se, juxta computum KEPLERI, ut numeri 951000, 519650, 152350, 100000, 72400, 38806; juxtaque computum BULLIALDI, ut numeri 954198, 522520, 152350, 100000, 72398,

dem dirigi
ad Solem.

Vim circū
cumfola-
rem per
omnes Pla-
netarum
regiones
decresce-
re, in du-
plicatâ ra-
tione dis-
tantiarum
à Sole.

38585; eadem ex temporibus periodicis collectæ, sunt ut numeri 953806, 520116, 152399, 100000, 72333, 38710. Distantiæ KEPLERI & BULLIALDI vix differunt sensibilter, & ubi maximè differunt, claudunt inter se distantias ex temporibus periodicis collectas.

Vim circumterrestrem decrescere in duplicatâ ratione distantiarum à Terrâ. Probatur ex hypothefi quòd Terrâ quiescit.

In duplicatâ itidem distantiarum proportionem vim circumterrestrem decrescere sic colligo. Lunæ distantia mediocris à centro Terræ est semidiametrorum terrestrium, secundum PTOLEMÆUM, KEPLERUM in Ephemeridibus, BULLIALDUM, HEVELIUM, & RICCIOLUM, 59; secundum FLAMSTEDIUM 59 $\frac{1}{2}$; secundum VENDELINUM, 60; secundum COPERNICUM, 60 $\frac{1}{2}$; secundum KIRCHERUM, 62 $\frac{1}{2}$; secundum TYCHONEM, 56 $\frac{1}{2}$: verum TYCHO, & quotquot ejus tabulas refractionum sequuntur, constituendo refractiones Solis & Lunæ, omnino contra naturam Lucis, majores quàm Fixarum, idque scrupulis quasi quatuor, vel quinque, auxerunt parallaxin Lunæ scrupulis totidem, hoc est, quasi duodecimâ, vel decimâ quintâ parte totius parallaxeos. Corrigatur iste error, & distantia evadet quasi 61 semidiametrorum terrestrium, ferè ut ab aliis assignatum est. Assumamus distantiam mediocrem sexaginta semidiametrorum; & lunarem periodum, respectu Fixarum, compleri diebus 27, horis 7, minutis primis 43, uti ab Astronomis definitum est: & (per Corollarium sextum Propositionis quartæ) corpus, revolvendo in aere nostro juxta superficiem Terræ quiescentis, vi centripetâ, quæ esset ad vim eandem in distantia Lunæ, in duplicatâ ratione distantiarum à centro Terræ reciproce, hoc est, ut 3600 ad 1, revolutionem, sublatâ aeris resistentiâ, compleret horâ 1, minutis primis 24, secundis 27. Pone ambitum Terræ esse pedum *Parisiensium* 123249600, uti à *Gallis* mensurantibus nuper definitum est: & corpus idem, sublato motu suo circulari, & urgente eadem vi centripetâ ac priùs, describeret, cadendo, pedes *Parisienses* 15 $\frac{1}{12}$ tempore minuti unius secundi. Colligitur hoc ex calculo (per Propositionem XXXVI.) inito, & congruit cum experientiâ. Nam, factis pendulorum experimentis, & computo inde inito, demonstravit HUGANIVS, quòd cor-

corpora omni illâ cujuscunque generis vi centripetâ, quâ juxta superficiem Terræ urgentur, descendentia, describunt, tempore minuti unius secundi, pedes *Parisienses* $15\frac{1}{2}$.

Quod si motus concedatur Terræ, gyretur hæc & Luna (per Legum Coroll. 4, & Prop. LVII.) circa commune gravitatis centrum. Et Luna (per Prop. LX.) eodem tempore periodico dierum 27, hor. 7, 43', vi eâdem circumterrestri diminutâ in duplicatâ ratione distantiæ, revolvetur in orbitâ, cujus semidiameter est ad semidiametrum prioris, hoc est, ad 60 semidiametros terrestres, ut summa corporum Terræ & Lunæ, ad primam duarum mediè proportionalium inter hanc summam & corpus Terræ: hoc est, si ponamus Lunam, ob mediocrem suam diametrum apparentem $31\frac{1}{2}$, esse quasi quadragesimam secundam partem Terræ, ut 43 ad $\sqrt[3]{42 \times 43^2}$; five ut 128 ad 127 circiter: ideòque semidiameter hujus orbitæ, hoc est, distantia inter centra Lunæ & Terræ, jam erit $60\frac{1}{2}$ semidiametrorum terrestrium, ferè ut assignavit COPERNICUS, non abludentibus observationibus TYCHONICIS. In hac distantia valet igitur duplicata illa proportio decrementi virium. Augmentum orbitæ ab actione Solis oriundum, ut planè contemnendum neglexi: eo subducto, relinquetur vera distantia quasi $60\frac{1}{2}$ semidiametrorum terrestrium.

Confirmatur præterea hæc ratio decrementi virium ex Planetarum excentricitate, & Apfidum tardissimo motu. Nam (per Corollaria Prop. XLV.) manifestum est, quòd nullâ aliâ ratione possint Planetæ omnes circumsolares, singulis revolutionibus, semel ad minimam à Sole distantiam descendere, & semel ad maximam ascendere, atque loca harum distantiarum manere immobilia. Parvus error in ratione duplicatâ efficeret motum Apfidum in singulis revolutionibus notabilem, in pluribus enormem. At motus ille in orbibus Planetarum circumsolarium vixdum, post innumeras revolutiones, sensibilis extitit. Astronomorum aliqui motum omnem negant; ceteri non majorem statuunt, quàm qui ex causis pòst assignandis facillè oriri possit, quique in quæstione,

Probatur
ex Hypo-
thesi quòd
Terra mo-
vetur.

Decre-
mentum
in dupli-
catâ ratio-
ne distan-
tiarum à
Terrâ &
Planetis,
probatur
ex Plane-
tarum ex-
centricita-
te & Apfi-
dum motu
tardissimo.

de quâ agitur, nullius est momenti. Sed & motus longè major Aphelii lunaris, qui singulis revolutionibus est graduum trium, contemni potest. Hoc motu demonstratur vim circumterrestrem deefcere in ratione distantiae non minori quàm duplicatâ, & longè minori quàm triplicatâ: nam, si ratio duplicata mutetur gradatim in triplicatam, augebitur motus Aphelii in infinitum; adeoque mutatione perexiguâ superabit motum Aphelii Lunaris. Oritur motus ille tardissimus ex actione vis circumfolaris, ut posthac dicetur. Tollendo hanc causam, quiescet Apogæum Lunæ, & pervenietur ad proportionem duplicatam.

Quantitas
virium
tenden-
tium ad
singulos
Planetas.
Ingens vis
circumso-
laris.

Stabilitâ hac proportionem, conferre jam licet Planetarum vires inter se. In mediocri distantia Jovis à Terrâ elongatio maxima Satellitis extimi à centro Jovis, ex observationibus FLAMSTEDII, est $8'. 13''$. adeoque distantia Satellitis à centro Jovis, ad mediocrem distantiam Jovis à centro Solis, ut 124 ad 52012; ad mediocrem verò distantiam Veneris à centro Solis, ut 124 ad 7234. Sunt autem eorum tempora periodica $16\frac{2}{3}$ dierum, & $224\frac{2}{3}$ dierum. Et inde (per Corollarium secundum Propositionis quartæ), dividendo distantias per quadrata temporum, deducitur, vim, quâ Satelles urgetur in Jovem, esse ad vim, quâ Venus urgetur in Solem, ut 442 ad 143: & minuendo vim, quâ Satelles urgetur, in duplicatâ ratione distantiae 124 ad 7234, prodibit vis circumjovialis in distantia Veneris à Sole, ad vim circumfolare, quâ Venus urgetur, ut $\frac{1}{100}$ ad 143, seu 1 ad 1100. Proinde, ad æquales distantias, vis circumfolaris 1100 vicibus major est, quàm vis circumjovialis. Simili computo ex Satellitis Saturnii tempore periodico dierum 15, horarum $22\frac{2}{3}$, & maximâ ipsius, à Saturno mediocriter à nobis distante, elongatione $3'. 20''$. colligo distantiam hujus Satellitis à centro Saturni esse ad distantiam Veneris à Sole, ut $92\frac{2}{3}$ ad 7234; & inde vim absolutam circumfolare majorem esse, quàm vis absoluta circumsaturnia, vicibus 2360.

Exigua vis
circumter-
restis.

Ex regulari Veneris, Jovis, & aliorum Planetarum heliocentrico motu, & irregulari geocentrico manifestum est (per Coroll.

roll. 4 Prop. III.), quòd vis circumterrestres collata cum vi circumsolari sit perquam exigua. Parallaxin Solis, ex Dichotomiâ Lunæ Telescopiis notatâ, RICCIOLUS & VENDELINUS seorsim determinare conati sunt, eamque constituere non majorem dimidio minuti unius primi. KEPLERUS parallaxin Martis Achronici, quæ multò major est, tam TYCHONICIS, quàm propriis observationibus, insensibilem reperit. FLAMSTEDIUS eandem micrometro aggressus, idque in perigæo Martis, nunquam reperit majorem viginti quinque minutis secundis, & inde concludit parallaxin Solis esse, summum, decem minutorum secundorum. Unde consequens est, quòd distantia Lunæ à Terrâ non habet majorem rationem ad distantiam Terræ à Sole, quàm 29 ad 10000; neque majorem ad distantiam Veneris à Sole, quàm 29 ad 7233. Inde, & ex temporibus periodicis, methodo jam exposita, deducetur, quòd vis absoluta circumsolaris sit major quàm vis absoluta circumterrestres, vicibus 229400, ad minimum. Quòd si constaret tantum, ex observationibus RICCIOLI & VENDELINI, parallaxin esse minorem dimidio minuto primo, tamen inde sequeretur vim absolutam circumsolarem superare vim circumterrestrem vicibus 8500.

Similibus computis incidi in analogiam inter vires & corpora Planetarum: sed antequàm hanc expono, definiendæ sunt Planetarum apparentes diametri in mediocribus distantiiis eorum à Terrâ. Planeta-
rum dia-
metri ap-
parentes. FLAMSTEDIUS micrometro mensus est 40 vel 41", eamque annuli Saturni 50", & Solis quasi 32'. 13". Diameter corporis Saturnii est ad diametrum annuli, juxta HUGENIUM & HALLEIUM, ut 4 ad 9, juxta GALLETIUM ut 4 ad 10, juxta HOOKIUM (telescopio pedum sexaginta usum) ut 5 ad 12. Ex ratione mediocri 5 ad 12 colligitur diameter corporis quasi 21".

Et hæ sunt magnitudines apparentes. Verùm puncta omnia lucida, per inæqualem Lucis refrangibilitatem, dilatantur in telescopiis, occupantque in foco vitri objectivi spatium circulare latitudine quasi quinquagesimæ partis aperturæ vitri: ita tamen ut Lux in circuitu rarissima vix, aut ne vix quidem, sentiat, in medio Correctio
diametro-
rum appa-
rentium

dio verò, ubi constipatio est sensumque satis ferit, lucidum
 constituat circellum, cujus latitudo pro splendore puncti lucentis
 varia sit, ac tertiam, circiter, quartamve, aut quintam ferè partem
 latitudinis totius, ut plurimum, adæquet. Designet ABD circulum
 TAB. I. Lucis totius; PQ circellum Luce satis conspicuâ clarentem; C
 Fig. 2. centrum utriusque; CA, CB, femidiametros circuli majoris rec-
 tum continentes angulum C; ACBE quadratum his diametris
 comprehensum; AB diagonalem ejus; EGH Hyperbolam cen-
 tro C, asymptotis CA, CB, descriptam; PG perpendiculum, ad
 ipsius BC punctum quodvis P, erectum & occurrens Hyperbolæ
 in G, rectisque AB, AE in K & F: & Lucis densitas in loco
 quovis P erit, ex computo meo, ut longitudo FG, adeoque in
 centro infinita, prope circumferentiam, quàm minima: Lux autem
 tota intra circellum PQ, est ad totam extra, ut area quadrila-
 tera CAKP ad triangulum PKB. Ibi concipe circellum PQ ter-
 minari, ubi Lucis densitas FG minor esse incipit, quàm quæ sensui
 movendo sufficit. Et hinc est, quòd ignis trium pedum latitudinis
 in distantia 191382 pedum per telescopium tripedalem apparuit
 PICARTO, quasi 8" latus; qui solum 3". 14''' latus apparere de-
 buisset. Hinc est, quòd Fixarum lucidiores per telescopia apparent
 latæ 5". vel 6"; Idque Luce satis plenâ, Luce autem debi-
 liore latius excurrunt. Hinc est, quòd HEVELIUS, minuendo
 aperturam telescopii, sustulit benè magnam partem Lucis in cir-
 cuitu, effectitque, ut discus Stellæ distinctius circinaretur, & mi-
 nor evaderet, verumtamen etiamnum latus appareret 5", vel 6":
 HUGENIUS autem, vitris juxta oculum fuligine leviter infectis,
 lucem undique erraticam adeò extinxit, ut Stellæ, punctorum in-
 star, sensibili omni latitudine privatæ viderentur. Hinc est, quòd
 HUGENIUS latitudine obstaculi, quod lucem omnem intercipe-
 ret, majores exhibuit Planetarum diametros, quàm ab aliis Micro-
 metro definitum est: nam lux erratica, tecto Planetâ, latius cerni-
 tur, radiis fortioribus non ampliùs obscurata. Hinc denique est,
 quòd Planetæ in Sole tam graciles appareant, luce dilatata atten-
 nuati. Neque enim Mercurius HEVELIO, GALLELIO, &
 HALLBIO, superavit 12", vel 15", & Venus CRABRIO
 solum

folùm 1'. 3", HORROXIO 1'. 12", occupare vifa est, quæ tamen, juxta mēsuras HEVELII & HUGENII extra discum Solis captas, implere debuisset 84", ad minimum. Sic & Lunæ Diameter apparens, quæ anno 1684 paucis diebus ante & post eclipsin Solis mēsurata fuit in Observatorio *Parisiensi* 31'. 30", in ipsâ eclipsi non superabat 30', vel 30'. 5". Igitur Diametri Planetarum extra Solem minuendæ sunt, & intra augendæ minutis aliquot secundis. At in mēsuris micrometro captis errores videntur esse solito minores. Semidiametrum Jovis, ex umbræ diametro per Eclipses Satellitum inventâ, FLAMSTEDIUS determinavit esse ad elongationem maximam Satellitis extimi, ut 1 ad 24.903. Unde, cùm elongatio illa sit 8'. 13", Diameter Jovis erit 39½". Igitur Diameter Micrometro inventa 40", vel 41", rejiciendo lucem erraticam, reducitur ad 39½". Et simili correctione minuenda est Saturni Diameter 21", & statuenda 20", vel paulò minor. At Solis Diameter, ob lucem fortiorem, paulò magis, ni fallor, minuenda est, & statuenda quasi 32', vel 32'. 6".

Corpora magnitudinis tam diversæ ad analogiam cum viribus tam prope accedere, mysterio certè non caret. Possibile est ut Planetæ posteriores, defectu caloris, careant substantiis illis metallicis & mineris ponderosis, quibus Terra referta est: utque corpora Veneris & Mercurii majore Solis calore, magis concocta & coagulata sint. Experimento speculi ustorii constat calorem augeri cum densitate lucis: hæc autem augetur in duplicatâ ratione accessus ad Solem. Inde colligitur calorem Solis ad Mercurium septuplo majorem esse, quàm apud nos tempore æstivo; tanto autem calore aqua ebullit, & graves illi Vitrioli & Mercurii Spiritus leniter exhalant, ut Thermometro expertus sum: proinde nulli apud Mercurium consistunt liquores nisi graviores, qui magnum sustinent calorem, & ex quibus substantiæ densissimæ nascuntur. Quidni si Deus corpora singula, calore temperiei conveniente alenda, in totidem à Sole distantis locaverit; sintque adeò densiora semper, quæ Soli propria: eâ ratione constabit optimè pondera Planetarum omnium esse inter se ut vires. Pervelim verò Diametros Planetarum definiri exactiùs. Id fiet, si Lampas ad

Cur Planetæ sint aliqui magis, alii minus densi, sintque vires ut quantitas materiæ in singulis.

Is. Newtoni Opuscula. Tom. II.

C

magnam

magnam aliquam distantiam luceat per foramen circulare, & minuatur tum foramen tum lux Lampadis, usque eò ut spectrum per Telescopium appareat instar Planetæ, & iisdem mensuris definatur. Tum latitudo foraminis erit ad sui ipsius distantiam à vitro objectivo, ut vera Planetæ Diameter ad ipsius distantiam à nobis. Diminui potest lux Lampadis interpositione pannorum, aut vitri infecti fuligine.

Alia vi-
rium &
corporum
analogia.
Probatur
in coele-
stibus.

Analogiæ jam descriptæ affinis est altera inter vires & attracta corpora. Quoniam actio vis centripetæ in Planetas decrescit in duplicatâ ratione distantiae, & tempus periodicum augetur in ratione sesquuplicatâ; manifestum est quòd in æqualium Planetarum æqualibus à Sole distantis, æquales forent actiones, & æqualia tempora periodica: quòdque in æqualibus inæqualium distantis, actiones collectiæ forent ut Planetarum corpora. Namque actiones, quæ non essent ut corpora movenda, non possent corpora illa æqualiter retrahere de tangentibus orbitarum, & efficere ut revolutiones, æqualibus temporibus, in Orbitis item æqualibus complerentur. Sed nec motus Satellitum Jovis tam regulares esse possent, nisi vis circumfolaris æqualiter in Jovem & Satellites omnes, pro ratione ponderum, exerceretur. Estque eadem ratio Saturni & Satellitis ipsius; ut & Terræ & Lunæ nostræ, uti (ex Coroll. 2. & 3. Prop. LXV.) manifestum est. Paribus igitur distantis æqualis est actio vis centripetæ in omnes Planetas, pro ratione corporum, seu quantitate materiæ in corporibus; atque adeò in omnes etiam ejusdem quantitatis particulas ex quibus Planetæ componuntur. Nam si actio major esset in particulas unius generis, minor in illas alterius, quàm pro ratione quantitatis materiæ, foret etiam actio major vel minor in Planetas, non solum pro ratione quantitatis, sed etiam pro genere materiæ, quæ in uno copiosius, in alio parcius, reperiretur.

Probatur
in terrest-
ribus.

Analogiam certè in corporibus diversorum generum, quæ in Terrâ nostrâ extant, tentavi quàm accuratissimè. Actio vis circumterrestris, corporibus movendis proportionalis, movebit eadem æqualibus temporibus, æquali cum velocitate (per Motûs Leg. 2.) facietque tum omnia demissa, temporibus æqualibus per æqualia, spatia

spatia descendere ; tum omnia filis æqualibus suspensa , æqualibus temporibus oscillari. Actione majore minora erunt tempora , minore majora. Descensus autem corporum omnium (demptâ saltem aëris perexiguâ resistantiâ) æqualibus temporibus fieri jamdudum observarunt alii : & exactissimè notare licet æqualitatem temporum in pendulis. Rem tentavi in auro , argento , plumbo , vitro , arenâ , fale communi , ligno , aquâ , tritico. Comparabam pixides duas ligneas æquales : unam implebam ligno , & idem auri pondus suspendebam (quàm potui exactè) in alterius centro oscillationis. Æqualibus, pedum undecim, filis pendentes pixides constitutebant pendula , quoad pondus, figuram & aëris resistantiam omninò paria : & paribus oscillationibus juxta positæ ibant unâ & redibant diutissimè. Proinde copia materiæ in auro erat ad copiam materiæ in ligno , ut vis motricis actio in totum aurum ad actionem ejus in totum lignum ; hoc est , ut pondus ad pondus : & sic in ceteris. In corporibus ejusdem ponderis differentia materiæ , quæ vel minor esset quàm pars millesima materiæ totius , his experimentis manifestò deprehendi potuisset.

Cùm autem actio vis centripetæ in corpus attractum , paribus distantis , proportionalis sit materiæ in hoc corpore ; rationi <sup>Analogy-
rum com-
sensus.</sup> etiam consentaneum est , ut sit etiam proportionalis materiæ in corpore trahente. Etenim actio mutua est , facitque corpora conatu mutuo (per Motûs Legem 3.) accedere ad invicem , & proinde sibi ipsi conformis esse debet in corpore utroque. Considerari potest Corpus unum ut attrahens , alterum ut attractum , sed hæc distinctio magis Mathematica est quàm naturalis. Attractio reverà est corporis utriusque in utrumque , atque adeò ejusdem generis in utroque.

Et hinc est quòd vis attractiva reperiatur in utroque. Sol trahit <sup>Et coinci-
dentia.</sup> Jovem & ceteros Planetas , Jupiter trahit Satellites ; & paritate rationis , Satellites agunt in se invicem & in Jovem , & Planetæ omnes in se mutuò. Et quamvis binorum Planetarum actiones in se mutuò distingui possint ab invicem , & , ut actiones binæ , quibus uterque trahit alterum , considerari : tamen quatenus intermedix sunt , non sunt binæ , sed operatio simplex inter binos

terminos. Contractione funiculi unius intercedentis possunt bina corpora ad invicem trahi. Causa actionis gemina est, nimirum dispositio utriusque corporis; actio item gemina, quatenus in bina corpora: at, quatenus inter bina corpora, simplex est & unica. Non est una operatio quâ Sol v. g. trahit Jovem, & alia operatio quâ Jupiter trahit Solem, sed una operatio quâ Sol & Jupiter conantur ad invicem accedere. Actione quâ Sol trahit Jovem, conantur Jupiter & Sol ad se mutuo accedere (per Motus Leg. 3.) &, & actione quâ Jupiter trahit Solem, conantur etiam Jupiter & Sol ad se mutuo accedere: Sol autem non attrahitur actione duplici in Jovem, neque Jupiter actione duplici in Solem, sed una est actio intermedia quâ ambo accedunt ad se mutuo. Ferrum trahit magnetem æquè ac magnes ferrum; nam ferrum omne in viciniâ magnetis trahit etiam aliud ferrum. At actio inter magnetem & ferrum simplex est, & à Philosophis consideratur ut simplex: Operatio ferri in magnetem ipsa est magnetis operatio seipsum inter & ferrum, quâ ambo conantur accedere ad se mutuo. Id ex eo manifestum est, quòd sublato magnete cessat propè vis tota ferri. Ad hunc modum concipe simplicem exerceri inter binos Planetas ab utriusque conspirante naturâ oriundam operationem; & hæc eodem modo se habebit ad utrumque: adeò proportionalis existens materiæ in uno eorum, proportionalis erit materiæ in altero.

Insensibiles esse corporum parvorum vires.

Dicet fortè quis, corpora omnia hac lege se mutuo trahere debere, contra experientiam in terrestribus. Sed respondeo, quòd experientia in terrestribus planè nulla est. Sphærarum homogenearum attractiones juxta superficies earum sunt (per Prop. LXXII.) ut Diametri: Unde Sphæra, Terræ homogenea, diametroque pedis unius descripta, minùs trahet corpusculum juxta superficiem suam, quàm Terra juxta suam, vicibus 20000000 circiter: & vis tantilla nullos edet sensibiles effectus. Hujusmodi globi duo, quartâ tantùm digiti parte ab invicem distantes, in spatiis liberis, haud minori quam mēsis unius intervallo, vi mutux attractionis accederent, ad invicem. Globorum minorum coitus esset tardior in ratione diametrorum. Sed nec montes toti suffecerint ad sensibiles

fibiles effectus: Ad radices montis hemisphærici alti tria milliaria & lati sex, pendulum vi montis attractum non deviat scrupulis duobus primis à perpendiculari. Vires hæc in solis Planetarum ingentibus corporibus intueri licet; nisi fortè de minoribus disputemus in hunc modum.

Designet ABCD globum Telluris, sectum plano quovis AC, in partes duas ACB, ACD. Pars ACB, incumbendo in partem ACD, premit ipsam toto suo pondere. Nec potest pars ACD hanc pressionem sustinere & immota persistere, nisi æquali contratu in contrarium. Partes igitur ponderibus suis se mutuò æqualiter urgent, id est, trahuntur in se mutuò æqualiter, ut Lex tertia requirit: adeoque distractæ ab invicem & dimissæ caderent in se mutuò, cum velocitatibus quæ essent reciproce ut corpora. Quæ omnia in magnete experiri & intueri licet. Designet jam ACB corpus aliquod exiguum in superficie Terræ: & quoniam particulæ hujus & Terræ reliquæ ACD attractiones in se mutuò sunt æquales, attractio autem particulæ in Terram (nimirum pondus ejus) est ut materia particulæ, uti experimento penduli probatum est; erit etiam attractio Terræ in particulam ut materia particulæ: adeoque corporum omnium terrestrium vires attractivæ, ut quantitas materiæ in singulis.

Vires autem, quæ sunt ut materia in omnium formarum corporibus terrestribus, atque adeò non mutantur cum formis, reperiri debent in corporibus universis, tam cœlestibus, quam terrestribus; & in omnibus esse proportionales materiæ: eò quòd hæc omnia, non genere substantiæ, sed formis & modificationibus solummodo, differunt. Id verò sic etiam probatur in cœlestibus. Constitit actionem vis circumfolaris in omnes Planetas (ad æqualitatem distantiarum reductos) esse ut materia in Planetis: Idem similiter constat de actione vis circumjovialis in Satellites Jovis; & par est ratio attractionis omnium Planetarum in unumquemque. Inde verò sequitur (per Prop. LXXIX.) quòd eorum vires attractivæ sunt ut materia in singulis.

Igitur ut partes Terræ se mutuò trahunt, sic etiam faciunt partes Planetarum. Si Jupiter & Satellites ejus coirent, & in

Tendere
tamen vi-
res ad cor-
pora om-
nia terre-
tria pro-
portiona-
les quan-
titati ma-
teriæ.

TAB. I.
Fig. 3.

Probatur
eadem
vires in
corpora
cœlestia
tendere.

Decresce-
re vires à
Planeta-

rum superficibus extrorsum in duplicatâ ratione, introrsum in ratione distantiarum à centrâ, unum formarentur globum, pergerent singuli proculdubio se mutuò trahere ut priùs; & vice versâ, si corpus Jovis resolveretur in globos plures, credendum est quòd hi non minùs traherent se mutuò quàm trahunt Satellites. His attractionibus fit ut corpora Telluris & omnium Planetarum sphæricam affectent figuram, utque partes eorum cohæreant & non spargantur per æthera. Oriri verò has vires ex universali naturâ materiæ jam constitit, & propterea ex particularum viribus componi vim globi totius. Inde verò consequens est (per Coroll. 3. Prop. LXXIV.) quòd vis particulæ cujusque decrescit in duplicatâ ratione distantiae ab eadem particulâ; & (per Prop. LXXIII. & LXXV.) quòd vis globi totius decrescit à superficie suâ extrorsum in duplicatâ ratione, & introrsum in ratione simplici distantiarum à centro, si modo globus ex uniformi materiâ constat: & quamvis globi in progressu à centro ad circumferentiam non sint uniformes, valebit tamen decrementum in ratione duplicatâ distantiae extrorsum (per Prop. LXXVI.) si modò similis sit inæqualitas undique in progressu per circuitum: & hujusmodi globi duo (per eandem Propositionem) se mutuò trahent, vi decrescente in duplicatâ ratione distantiae inter centra.

Quantitates virium & motuum inde orientur in singulis casibus.

Est igitur globi cujusque vis absoluta ut quantitas materiæ in ipso. Vis autem motrix, quâ globus unusquisque trahitur in alterum, quamque vulgus in terrestribus per vocem ponderis designat, est ut contentum sub quantitatibus materiæ in globis duobus applicatum ad quadratum distantiae inter centra (per Coroll. 4. Prop. LXXVI.) & huic vi proportionalis est quantitas motus, quâ globus uterque dato tempore movebitur in alterum: vis autem acceleratrix, quâ globus unusquisque pro ratione materiæ suæ attrahitur in alterum, est ut quantitas materiæ in globo altero applicata ad quadratum distantiae inter centra (per Coroll. 2. Prop. LXXVI.) & huic vi proportionalis est velocitas, quâ globus attractus dato tempore movebitur in alterum. Quibus probè intellectis, jam facile fuerit determinare motus corporum coelestium inter se.

Colla-

Planetæ
omnes cir-
ca Solem
revolv.

Collatis Planetarum viribus, vidimus circumsolarem ceteris majorem esse mille vicibus & amplius. Urgente autem vi tantâ necesse est, ut corpora omnia intra spatium Systematis Planetarum, & longè ultra, rectâ descendant in Solem; nisi aliò moveantur. Neque Terra de numero talium corporum excludenda est. Luna certè de genere Planetarum est, & iisdem attractionibus obnoxia cum ceteris Planetis: nam & vi circumterrestri retinetur in orbe suo. Terram verò & Lunam æqualiter trahi in Solem probavimus suprà: sed & corpora omnia communibus attractionum legibus obnoxia esse jam antè probavimus. Quanto autem tempore corpus unumquodque motu circumsolari privatum descenderet, & cadendo perveniret usque ad Solem, innotescit (per Prop. xxxvi.) ex distantia ejus à Sole: Nimirum dimidio temporis periodici, quo corpus ad distantiam duplo minorem revolvî posset; sive tempore quod est ad tempus periodicum Planetæ, ut 1 ad $4\sqrt{2}$. Ut, quòd Venus cadendo perveniret ad Solem, spatio dierum quadraginta; Jupiter spatio annorum duorum & mensis unius; Terra & Luna spatio dierum 66 & horarum 19. Quod cum non accidit, necesse est ut hæc corpora moveantur aliorum: nec sufficit motus quilibet; ad impediendum descensum requiritur velocitas satis magna. Et inde valet etiam argumentum in Planetis tardescantibus. Nisi vis circumsolaris decrescat in duplicatâ ratione tarditatis, excessus ejus efficiet ut corpora descendant in Solem: verbi gratiâ, si motus (ceteris paribus) fiat duplo tardior, Planeta parte quartâ vis circumsolaris prioris retinebitur in orbitâ suâ, & excessu cæterarum trium partium quartarum descendet in Solem. Proinde Planetæ, Saturnus, Jupiter, Mars, Venus, & Mercurius, non retardantur verè in Perigæis, neque fiunt verè stationarii, & lento motu retrogradi. Ista omnia sunt apparentia tantum: & motus absoluti, quibus Planetæ perseverant in orbitis suis, sunt semper directi, & æquabiles quamproximè. Tales autem motus circa Solem peragi probavimus, & propterea Sol ut centrum absolutorum motuum quiescit: nam Terræ quies omnino deneganda est, ne Planetæ in Perigæis verè tardescant, & fiant verè stationarii lentèque retrogra-

trogradi; & sic defectu motus descendant in Solem. Porro quoniam Planetæ, Venus, Mars, Jupiter, ceterique, radiis ad Solem ductis, describunt orbis regulares, areasque temporibus (uti ostensum est) quoad sensum proportionales: consequens est (per Prop. III, & Coroll. 3, Prop. LXV.) quòd Sol nullâ vi notabili urgetur, nisi quâ Planetæ omnes æqualiter, pro corporum quantitibus, & secundum lineas parallelas, urgentur; adeoque Systema totum transfertur in directum. Rejiciatur translatio illa Systematis totius, & Sol propemodum quiescet in ipsius centro. Si Sol revolveretur circa Terram, & Planetas reliquos circum se deferret, deberet Terra Solem trahere vi magnâ; Planetas autem circumsolares vi nullâ sensibilem effectum habente, (oninino contra Coroll. 3, Prop. LXV.) Adde, quòd si Terra, ob gravitatem partium, in infimâ mundi regione à plerisque hactenus locata fuit: jam Sol potiori jure, ob vim suam centripetam mille vicibus & ampliùs gravitate terrestri majorem, in locum infimum detrudi debet, centrumque Systematis constitui. Vera autem Systematis constitutio sic plenius & exactius intelligetur.

Planeta-
rum om-
nium com-
mune gra-
vitatís cen-
trum qui-
escere, &
Solem tar-
dissimè
moveri.
Definitur
motus So-
lis.

Quoniam Fixæ quiescunt inter se, concipiamus Solem, Terram, & Planetas, tanquam Systema corporum utcunque moventium inter se, & omnium commune centrum gravitatis, (per Legum Corollarium quartum,) vel quiescet, vel movebitur uniformiter in directum. Casu posteriore movebitur etiam Systema totum uniformiter in directum. Dura est hæc hypothesis: eâ rejectâ, quiescet commune illud centrum gravitatis. Ab eodem centro Sol nunquam longè recedit. Incidit Solis & Jovis commune gravitatis centrum in superficiem Solis. Si Planetæ omnes ad eandem Solis partem cum Jove locarentur, commune Solis & omnium centrum vix duplo longius à centro Solis recederet. Igitur Sol, pro vario Planetarum situ diversimodè agitatus, & motu quodam libratorio lentè semper errans, nunquam integrâ sui diametro à centro quiescente Systematis totius recedit. Ex Solis autem & Planetarum ponderibus suprà inventis, & situ omnium ad invicem, datur commune gravitatis centrum, eoque dato, locus Solis ad tempus propositum.

Circa

Circa Solem hoc modo libratum revolvuntur ceteri Planetæ in Orbibus Ellipticis, & radiis ad Solem ductis, describunt areas temporibus proportionales quamproximè, ut (in Prop. LXV.) expositum est. Si Sol quiesceret & Planetæ ceteri non agerent in se invicem, forent Orbes Elliptici, & areae temporibus proportionales exactè (per Prop. XI, & Coroll. I Prop. XIII) Actiones Planetarum in se invicem collatae cum actionibus Solis in Planetas nullius sunt momenti, neque adeò sensibiles errores inducunt: suntque errores illi minores in revolutionibus circa Solem more jam descripto agitatum, quàm in revolutionibus circa Solem quiescentem (per Prop. LXVI. & Coroll. Prop. LXVIII.) præsertim si Orbis cujusque umbilicus collocetur in communi centro gravitatis Planetarum omnium interiorum: Nimirum umbilicus Orbis Mercurii in centro Solis, umbilicus Orbis Veneris in communi centro gravitatis Mercurii & Solis, umbilicus Orbis Telluris in communi centro gravitatis Veneris, Mercurii & Solis; & sic deinceps. Hoc pacto umbilici Orbium Planetarum omnium, præter Saturnum, non distabunt sensibiliter à centro Solis; neque umbilicus Orbis Saturni recedet sensibiliter à communi centro gravitatis Jovis & Solis. Proinde centrum Solis non malè statuitur ab Astronomis umbilicus communis Orbium cunctorum. In ipso Saturno error inde ortus non est major quàm 1', 45". Si Orbis iste, locando umbilicum in communi centro gravitatis Jovis & Solis, melius congruerit cum phænomenis, inde confirmabuntur hæc omnia quæ diximus.

Si Sol quiesceret, & Planetæ nil agerent in se invicem, quiescerent etiam eorum Aphelia & Nodi (per Prop. I. XI. & Cor. Prop. XIII.) & forent Orbium Ellipticorum axes majores ut latera cubica quadratorum temporum periodicorum (per Prop. XV.) adeoque ex datis temporibus periodicis darentur. Mensuranda sunt hæc tempora non à mobilibus æquinoctiorum punctis, sed à Stellâ primâ Arietis. Ex motu autem Solis augetur semiaxis quilibet, quasi tertiâ parte distantiae centri Solis à communi centro gravitatis Solis & Planetæ (per Prop. LX.) & actionibus Pla-

Is. Newtoni Opuscula. Tom. II.

D

meta-

Planetæ nihilominus revolvuntur in Ellipticis umbilicos in Sole; & radiis ad Solem ductis, areas describere temporibus proportionales.

De Orbium dimensionibus, deque motu Apheliorum & Nodorum.

netarum exteriorum in interiores nonnihil augentur tempora periodica interiorum, at vix sensibilibiter, & Aphelia moventur tardissimè in consequentia (per Coroll. 6. & 7. Prop. LXVI.) Sic & actionibus Cometarum, siqui ultra Saturnum versentur, augebuntur periodica tempora Planetarum omnium; & maximè ea exteriorum: & Aphelia omnium movebuntur in consequentia. Progradientibus autem Apheliis regredientur Nodi (per Coroll. 11. & 13. Prop. LXVI.) & regressus eorum, si fortè quiescat planum Eclipticæ, erit (per Coroll. 16. Prop. LXVI.) ad progressum Aphelii in Orbe unoquoque, ut regressus Nodorum Lunæ ad progressum Aphelii ipsius quamproximè; hoc est ut 10 ad 21 circiter. Confirmare autem videntur observationes Astronomicæ Aphelia tardissimè progredi, & Nodos regredi, respectu Fixarum. Et inde verisimile est, Cometas in regionibus ultra Planetas versari. Hi in Orbibus valde excentricis revoluti, transcurrunt velociter Perihelia sua, & motu in Apheliis longè tardissimo tempus ferè totum conterunt in regionibus supra Planetas, ut posthac fusiùs explicabitur.

Ex principiis allatis derivantur motus omnes Lunares hæcenus ab Astronomis notati.

Planetas in hunc modum revolventes posse alios, ceu Satellites aut Lunas, circum se deferre, constat (ex Propositione LXV.) Actione autem Solis sit ut Luna nostra velociùs moveatur, & radio ad Terram ducto, describat aream pro tempore majorem, Orbemque habeat minùs curvum, atque adeò propiùs accedat ad Terram, in Syzygiis quàm in Quadraturis, nisi quatenus impedit motus excentricitatis. Namque excentricitas maxima est ubi Apogæum Lunæ in Syzygiis versatur, & minima ubi idem in Quadraturis consistit; & inde Luna in Perigæo velocior est & nobis propior, in Apogæo autem tardior, & remotior in Syzygiis quàm in Quadraturis. Progreditur insuper Apogæum, & regrediuntur Nodi, sed motu inæquabili: & Apogæum quidem velociùs progreditur in Syzygiis suis, tardiùs regreditur in Quadraturis, & excessu progressus supra regressum annuatim fertur in consequentia. Nodi autem quiescunt in Syzygiis suis, & velocissimè regrediuntur in Quadraturis. Sed & major

jor est Lunæ latitudo maxima in ipsius Quadraturis quàm in Syzygiis: & motus medius tardior in Perihelio Terræ quàm in ipsius Aphelio. Plures inæqualitates in motu Lunari nondum ab Astronomis notantur. Hæ autem omnes confectantur ex principiis nostris (per Coroll. 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, Prop. LXVI.) & in coelis reverà extare noscuntur. Id in HORROXII Hypothesi illà ingeniosissimà, & ni fallor, omnium accuratissimà, quam FLAMSTEDIUS ad coelos aptavit, videre licet. Corrigendæ tamen sunt Hypotheses Astronomicæ in motu Nodorum. Hi æquationem seu prosthaphæresin maximam admittunt in Octantibus suis, estque hæc inæqualitas maximè conspicua, ubi Luna in Nodis atque adeò in Octantibus versatur. Inde TYCHO & post eum alii rejecerunt hanc inæqualitatem in Octantes Lunæ, eamque fecerunt mensuram. Docent autem rationes à nobis allatæ hanc ad Octantes Nodorum referri debere, & annuam constitui.

Præter inæqualitates ab Astronomis notatas, extant aliæ nonnullæ, quibus motus Lunares adeò perturbantur, ut nullà hactenus lege ad regulam aliquam certam reduci potuerint. Velocitates enim seu motus horarii Apogæi & Nodorum Lunæ, & eorundem æquationes, ut & differentia inter excentricitatem maximam in Syzygiis & minimam in Quadraturis, & inæqualitas quæ Variatio dicitur, augentur ac diminuuntur annuatim (per Corol. 14. Prop. LXVI.) in triplicatâ ratione diametri apparentis solaris. Estque Variatio præterea in ratione duplicatâ temporis inter quadraturas quamproximè (per Corol. 1. & 2. Lem. x. & Corol. 16. Prop. LXVI.) Sunt & inæqualitates omnes in parte orbis Solem versùs paulò majores quàm in parte oppositâ, sed differentiâ vix aut ne vix quidem sensibili.

Per computationem quandam, quam brevitatis gratiâ non describo, invenio etiâ quòd area quam Luna, radio ad Terram ducto, singulis temporis particulis æqualibus describit, sit quamproximè ut summa numeri $237\frac{7}{10}$, & sinus versî duplicatæ distantiae Lunæ à Quadraturâ proximâ, in circulo cujus radius est unitas; atque adeò quòd quadratum distantiae Lunæ à Terrâ sit

Ut & alii nonnulli nondum observati motus inæquabiles

Et distantia Lunæ à Terrâ ad tempus datum.

ut summa illa divisa per motum horarium Lunæ. Hæc ita se habent ubi Variatio in Ostantibus est magnitudinis mediocris: sin Variatio major sit vel minor, augeri debet vel minui sinus ille versus in eadem ratione. Tentent Astronomi quàm probè distantia sic inventæ congruerint cum Lunæ diametris apparentibus.

Derivan-
tur motus
Satellitum
Jovis &
Saturni ex
motibus
Lunæ.

Ex motibus Lunæ nostræ, derivare licet motus Lunarum seu Satellitum Jovis & Saturni. Namque motus medius Nodorum Satellitis extimi Jovialis, est ad motum medium Nodorum Lunæ nostræ, in ratione composita ex ratione duplicata temporis periodici Terræ circa Solem ad tempus periodicum Jovis circa Solem, & ratione simplici temporis periodici Satellitis circa Jovem ad tempus periodicum Lunæ circa Terram (per Corol. 16. Prop. LXVI.) adeoque annis centum conficit Nodus iste $8^{\circ} 24'$ in antecedentia. Motus medii Nodorum Satellitum interiorum sunt ad motum hujus, ut illorum tempora periodica ad tempus periodicum hujus (per idem Corollarium) & inde dantur. Motus autem Augis Satellitis cujusque in consequentia, est ad motum Nodorum ipsius in antecedentia, ut motus Apogæi Lunæ nostræ ad hujus motum Nodorum (per idem Corol.) & inde datur. Equationes maximæ Nodorum & Augis Satellitis cujusque sunt ad æquationes maximas Nodorum & Augis Lunæ respectivè, ut motus Nodorum & Augis Satellitum, tempore unius revolutionis æquationum priorum, ad motus Nodorum & Apogæi Lunæ tempore unius revolutionis æquationum posteriorum. Variatio Satellitis è Jove spectati est ad variationem Lunæ, ut sunt motus toti Nodorum temporibus periodicis Satellitis & Lunæ ad invicem (per idem Corollarium) adeoque in Satellite extimo non superat $5^{\circ} 12'''$. Parvitate harum inæqualitatum, & tarditate motuum, fit ut motus Satellitum tam regulares reperiantur; utque Astronomi recentiores aut motum omnem Nodis denegent, aut asserant tardissimè retrogradum.

Planetas
respectu
fixarum
æquabili
motu cir-
cum axes
suos re-

Interea dum Planetæ in hunc modum circum centra longinqua in orbem redeunt, rotantur singuli circum axes proprios, Sol quidem diebus 26; Jupiter horis 9, minutis primis 56; Mars horis $24\frac{2}{3}$; Venus horis 23; idque in planis ad planum Eclipticæ non multum inclinatis, & secundum ordinem signorum

rum; ut ex maculis in eorum corporibus per vices in conspectum redeuntibus definiunt Astronomi. Similis est revolutio Terræ nostræ facta horis 24. Hos motus actionibus virium centripetarum non accelerari nec retardari constat (per Corol. 22. Prop. LXVI.) Sunt igitur præ ceteris omnibus æquabiles, atque adeo ad mensuram temporis aptissimi. Sed, revolutiones ex reditu, non ad Solem, sed ad Stellam aliquam fixam, definiendæ sunt æquabiles. Nam, situ Planetarum ad Solem inæquabiliter variato, revolutiones eorum à Sole ad Solem redduntur inæquabiles.

Sic, & Luna revolvitur circa axem proprium, motu maxime æquabili, respectu Fixarum. Revolvitur autem tempore dierum 27, horarum 7, min. 43. id est, mense sidereo, ita ut motus iste diurnus æqualis sit motui medio Lunæ in Orbe suo. Proinde eadem Lunæ facies convertetur semper in centrum, circa quod motus iste medius peragitur, hoc est, in Orbis Lunaris umbilicum exteriorem quàmproximè. Inde oritur deflexio faciei de Terrâ, nunc in Orientem quidem, nunc verò in Occidentem, pro situ umbilici, quem respicit; estque deflexio illa æqualis prostaphæresi Orbis Lunaris, seu differentiæ inter motum medium, & verum. Hæc est libratio Lunæ in longitudinem. Est & libratio in latitudinem, orta ab inclinatione axis Lunaris ad planum Orbis, in quo Luna circa Terram revolvitur. Servat enim axis ille situm suum ad Fixas quàmproximè, & inde Poli nobis per vices in conspectum veniunt. Id intelligere licet ex motu Telluris, cujus Poli, ob inclinationem axis ad planum Eclipticæ, per vices illustrantur à Sole. Situm axis ad Fixas & situm hujus variationem, exactè determinare, Problema est Astronomo dignum.

Ex Planetarum revolutionibus diurnis conatur materia recedere ab axibus hujus motus, & inde partes liquidæ surgunt paulò altius juxta Æquatorem, quàm juxta Polos, partesque solidas inundabunt, nisi pariter surgentes. Ideò Planetæ paulò crassiores sunt juxta Æquatorem, quàm juxta Polos, & eorum Puncta æquinoctialia propterea regrediuntur; axesque, motu oscillatorio, bis in singulis revolutionibus mutant, & bis redeunt ad inclinationem

volvunt hunc motum ad æquationem temporis aptissimum esse.

Lunam pariter motu diurno circa axem suum revolvitur, & inde librationem ipsius oritur.

De præcessione Æquinoctiorum, deque motu libratorio axis Telluris, & Planetarum.

tionem priorem ; ut (in Corol. 18. Prop. LXVI.) expositum est. Nam, & Jupiter, prælongis tubis visus, non omnino rotundus cernitur, sed illius diameter Eclipticæ parallela paulò est oblongior, quàm quæ à Septentrione in Austrum ducitur.

Mare bis
fluere de-
bere, & bis
refluere
singulis
diebus, &
æstum in-
cidere in
horam ter-
tiam ab
appulsu
luminaris
ad Meri-
dianum
loci.

A Telluris etiam motu diurno, & attractionibus Solis & Lunæ, Mare nostrum, singulis diebus, tam Lunaribus, quàm Solaribus, bis intumescere debet, & bis defluere per Corol. 19. & 20. Prop. LXVI, & aquæ altitudo maxima præcedere horam sextam diei utriusque, & sequi duodecimam præcedentem. Tarditate motûs diurni retrahitur æstus ad horam duodecimam, & vi motûs reciprocationis protrahitur idem, & in horam sextæ propiorem differtur. Interea, dum tempus per phænomena certius determinabitur, quidni, rationem mediocrem tenentes, conijciamus æstum maximum in horam tertiam? Hoc pacto aquatoto tempore ascendet, quo vis Luminarium ad ipsam attollendam major est, descendetque toto tempore, quo minor est. Namque vis illa major est ab horâ nonâ ad horam tertiam, & minor à tertiâ ad nonam. Horas numero ab appulsu Luminaris utriusque ad Meridianum loci, tam infra Horizontem, quàm supra: & per horas diei Lunaris intelligo vigesimas quartas partes temporis, quo Luna, motu apparente diurno, ad Meridianum loci revolvitur.

Æstus ma-
ximos in
Syzygiis
Lumina-
rium, ac
Terræ, mi-
nimos in
Quadratu-
ris fieri;
Idque ho-
râ tertiâ ab
appulsu
Lunæ ad
Meridia-
num loci:
aest, extra
Syzygias
& Quadra-
turas, de-

Motus autem bini, quos Luminaria duo excitant, non cernuntur distinctè, sed motum quendam mixtum efficient. In Luminarium Conjunctione, vel Oppositione, conjungentur eorum effectus, & componetur fluxus & refluxus maximus. In Quadraturis Sol attollet aquam, ubi Luna deprimit, deprimetque, ubi Luna attollit; &, ex effectuum differentiâ, æstus omnium minimus orietur. Et quoniam, experienciâ teste, major est effectus Lunæ quàm Solis, incidet aquæ maxima altitudo in horam tertiam Lunarem. Extra Syzygias & Quadraturas, æstus maximus, qui solâ vi Lunari incidere semper deberet in horam tertiam Lunarem, & solâ Solari in tertiam Solarem, compositis viribus, incidet in tempus aliquod intermedium, quod tertiæ Lunari propinquius est; adeoque in transitu Lunæ à Syzygiis ad Quadraturas, ubi hora tertia Solaris præcedit tertiam Lunarem, maxima aquæ

aquæ altitudo præcedet etiam tertiam Lunarem, idque maximo intervallo paulò post Octantes Lunæ; & paribus intervallis æstus maximus sequetur horam tertiam Lunarem in transitu Lunæ à Quadraturis ad Syzygias.

Pendent autem effectus Luminarium ex eorum distantis à Terrâ. In minoribus enim distantis majores sunt eorum effectus, in majoribus minores, idque in triplicatâ ratione diametrorum apparentium. Igitur Sol, tempore hyberno, in Perigæo existens, majores edit effectus, efficitque ut æstus in Syzygiis majores sint, & in Quadraturis minores (ceteris paribus), quàm tempore æstivo; & Luna in Perigæo singulis mensibus majores ciet æstus, quàm antè, vel post, dies quindecim, ubi in Apogæo versatur. Unde fit, ut æstus duo omnino maximi in Syzygiis continuis se mutuò non sequantur.

Pendet etiam effectus utriusque Luminaris ex ipsius Declinatione, seu distantia ab Æquatore. Nam, si Luminare in Polo constitueretur, traheret illud singulas aquæ partes constanter, absque actionis intensiōe & remissionē; adeòque motus reciprocationem nullam cieret. Igitur Luminaria, recedendo de Æquatore Polum versùs, effectus suos gradatim amittent, & propterea minores cie- bunt æstus in Syzygiis solstitialibus, quàm in æquinoctialibus. In Quadraturis autem solstitialibus majores cie bunt æstus, quàm in Quadraturis æquinoctialibus; eò quòd Lunæ jam in Æquatore constitutæ effectus maximè superat effectum Solis. Incidunt igitur æstus maximi in Syzygias, & minimi in Quadraturas Luminarium, circa tempora Æquinoctii utriusque; & æstum maximum in Syzygiis comitatur semper minimus in Quadraturis, ut experientiâ compertum est. Per minorem autem distantiam Solis à Terrâ, tempore hyberno quàm tempore æstivo, fit, ut æstus maximi & minimi sæpiùs præcedant Æquinoctium vernum, quàm sequantur, & sæpiùs sequantur autumnale, quàm præcedant.

Pendent etiam effectus Luminarium ex locorum latitudine. Designet *ApEP* Tellurem aquis profundis undique coopertam; *C* centrum ejus; *P*, *p* polos; *AE* Æquatorem; *F* locum quemvis extra Æquatorem; *Ff* parallelum loci; *Dd* parallelum ei respon-

viare aliquantulum ab horâ illâ tertiam ab appulsu.

Majores esse æstus ubi Luminaria sunt in Perigæis.

Majores esse æstus circa Æquinoctia.

T A B. I.
Fig. 4.
Æstus extra Æquatorem vicibus al-

ternis ma-
jores &
minores
fieri.

T A B. I.
Fig. 4.

respondentem ex alterâ parte *Æquatoris*; *L* locum, quem *Lunæ* ante horas tres occupabat; *H* locum *Telluris* ei perpendiculariter subiectum; *b* locum huic oppositum; *K*, *k* loca inde gradibus 90 distantia; *CH*, *Cb* *Maris* altitudines maximas mensuratas à centro *Telluris*; & *CK*, *Ck* altitudines minimas: &, si axibus *Hb*, *Kk* describatur *Ellipsis*, deinde *Ellipseos* hujus revolutione circa axem majorem *Hb* describatur *Sphærois* *HPKbpk*; designabit hæc figuram *Maris* quàmproximè; & erunt *CF*, *Cf*, *CD*, *Cd*, altitudines *Maris* in locis *F*, *f*, *D*, *d*. Quinetiam, si in præfatâ *Ellipseos* revolutione punctum quodvis *N* describat circulum *NM*, secantem parallelos *Ff*, *Dd* in locis quibuscumque *R*, *T*, & *Æquatorem* *AE* in *S*; erit *CN* altitudo *Maris* in locis omnibus *R*, *S*, *T*, sitis in hoc circulo. Hinc, in revolutione diurnâ loci cujusvis *F*, affluxus erit maximus in *F*, horâ tertiâ post appulsum *Lunæ* ad *Meridianum* supra *Horizontem*; postea defluxus maximus in *Q*, horâ tertiâ post occasum *Lunæ*; dein affluxus maximus in *f*, horâ tertiâ post appulsum *Lunæ* ad *Meridianum* infra *Horizontem*, ultimò defluxus maximus in *Q*, horâ tertiâ post ortum *Lunæ*: & affluxus posterior in *f* erit minor, quàm affluxus prior in *F*. Distinguitur enim *Mare* totum in duos omnino fluxus ingentes & hemisphæricos, unum in Hemisphærio *KHkC* ad *Boream* vergentem, alterum in Hemisphærio opposito *KbkC*, quos igitur fluxum borealem & fluxum australem nominare licet. Hi fluxus semper sibi mutuò oppositi veniunt per vices ad *Meridianos* locorum singulorum, interposito intervallo horarum *Lunarium* duodecim. Cùmque regiones boreales magis participant fluxum borealem, & australes magis australem, inde oriuntur æstus alternis vicibus majores & minores, in locis singulis extra *Æquatorem*. Æstus autem major, declinante *Lunâ* in verticem loci, incidet in horam circiter tertiam post appulsum *Lunæ* ad *Meridianum* supra *Horizontem*, & *Lunâ* *Declinationem* mutante vertetur in minorem. Et fluxuum differentia maxima incidet in tempora *Solstitiorum*; præsertim si *Lunæ* *Nodus* ascendens versatur in principio *Arietis*. Sic æstus matutini, tempore hyberno, superant vespertinos, & vespere-

vespertini, tempore æstivo, matutinos, ad *Plymouthum* quidem altitudine quasi pedis unius, ad *Bristoliam* verò altitudine quindecim digitorum, observantibus COLEPRESSIO & STURMIO.

Motus autem hactenus descripti mutantur aliquantulum per vim illam reciprocationis aquarum, quâ Maris æstus, etiam cessantibus Luminarium actionibus, posset aliquamdiu perseverare. Conservatio hæc motus impressi minuit differentiam æstuum alternorum; & æstus, proximè post Syzygias, majores reddit, eoque, proximè post Quadraturas, minores. Unde fit, ut æstus alterni ad *Plymouthum* & *Bristoliam* non multò magis differant ad invicem, quàm altitudine pedis unius, vel digitorum quindecim; utque æstus omnium maximi in iisdem portibus non sint primi à Syzygiis, sed tertii.

Per motus impressi conservacionem minui differentiam æstuum, & fieri quoque, ut æstus maximus mensstruus sit tertius à Syzygiâ.

Fieri etiam potest, ut æstus omnium maximus sit quartus, vel quintus à Syzygiis, vel tardius adveniat, eò quòd retardantur motus Marium in transitu per loca vadosa ad littora. Sic enim æstus accedit ad littus occidentale *Hiberniæ*, horâ tertiâ Lunari; & post horam unam & alteram, ad portus in littore australi ejusdem Insulæ, ut & ad *Insulas Cassiterides*, vulgo *Sorlings* dictas; dein successivè ad *Falmouthum*, *Plymouthum*, *Portlandiam*, *Insulam Vectam*, *Winchelsejam*, *Doveriam*, ostium *Tamensis*, & pontem *Londinensem*, consumptis horis duodecim in hoc itinere. Sed, & Oceani ipsius alveis haud satis profundis impeditur æstuum propagatio. Incidit enim æstus ad *Insulas Fortunatas*, & ad occidentalia marique *Atlantico* exposita littora *Hiberniæ*, *Galliæ*, *Hispaniæ*, & *Africæ* totius, usque ad *Ca. ut bonæ spei*, in horam tertiam Lunarem; præterquam in locis nonnullis vadosis, ubi æstus impeditus tardius advenit, inque *Freto Gaditano*, quod, motu ex Mari mediterraneo propagato, citius æstuat. Pergendo verò de his littoribus per Oceani latitudinem ad oras *Americæ*, accedit æstus primò ad *Brasiliæ* littora maximè orientalia circa horam Lunarem quartam, vel quintam; deinde ad ostium *Fluvii Amazonum* horâ sextâ; ad *Insulas* verò adjacentes horâ quartâ; postea ad *Insulas Bermudas* horâ septimâ, & ad *Floridæ* portum *S. Augustini* horâ $7\frac{1}{2}$. Tardius igitur

Motus Maris impedito alveorum retardari.

progreditur æstus per Oceanum, quàm pro ratione motûs Lunæ. Et pernecessaria est hæcce retardatio, ut Mare eodem tempore descendat inter *Brasiliam* & *Novam Franciam*, ascendatque ad *Insulas Fortunatas* & litora *Europæ* & *Africæ*, & vice versâ. Namque Mare ascendere nequit in uno loco, quin simul descendat in altero. Lege jam descriptâ agitari quoque *Mare Pacificum* verisimile est. Namque æstus altissimi in litore *Cbiliensi* & *Peruviano* incidere dicuntur in horam tertiam Lunarem; sed, quâ velocitate propagantur inde ad litus orientale *Japoniæ*, & ad *Insulas Philippinas*, ceterasque regno *Sinarum* adjacentes, nondum reperi.

Ex alveorum & litorum impedimentis varia oriri phænomena: ut, quòd Mare non nisi semel intumescat diebus singulis.

Porrò fieri potest, ut æstus propagetur ab Oceano per freta diversa ad eundem portum, & citiùs transeat per aliqua freta, quàm per alia: quo in casu æstus idem, in duos vel plures successivè advenientes divisus, componere possit motus novos diverforum generum. Fingamus æstum dividi in duos æquales, quorum prior præcedat alterum spatio horarum sex, incidatque in horam, vel tertiam, vel vicesimam septimam ab impulsu Lunæ ad Meridianum portûs. Si Luna, in hocce ad Meridianum appulsu, versabatur in Æquatore, venient singulis horis senis æquales affluxus, qui, in mutuos refluxus incidendo, eosdem affluxibus æquabunt, & sic spatio diei illius efficient, ut aqua tranquillè stagnet. Sin Luna tunc declinabat ab Æquatore, fient æstus in Oceano vicibus alternis majores & minores, uti dictum est; & inde propagabuntur in hunc portum affluxus bini majores & bini minores, vicibus alternis. Affluxus autem bini majores component aquam altissimam in medio inter utrumque; affluxus major & minor faciet, ut aqua ascendat ad mediocrem altitudinem in medio; & inter affluxus binos minores aqua ascendet ad altitudinem minimam. Sic spatio viginti quatuor horarum, aqua non bis, ut fieri solet, sed semel tantùm perveniet ad maximam altitudinem, & semel ad minimam; & altitudo maxima, si Luna declinat in Polum supra Horizontem loci, incidet in horam, vel sextam, vel tricesimam, ab appulsu Lunæ ad Meridianum, atque, Lunâ declinationem mutante, mutabitur in defluxum.

xum. Quorum omnium exemplum habemus in portu regni *Tunquini* ad *Bathſam* in latitudine boreali 20gr. 50'. Ibi aqua, die transitum Lunæ per Æquatorem ſequente, ſtagnat; dein, Lunâ ad boream declinante, incipit fluere & refluere, non bis, ut in aliis portibus, ſed ſemel ſingulis diebus; & æſtus incidit in occaſum Lunæ, deſluxus maximus in ortum: cum Lunæ declinatione augetur hic æſtus uſque ad diem ſeptimum, vel octavum; dein per alios ſeptem dies iisdem gradibus decreſcit, quibus antea creverat; &, Lunâ declinationem mutante, ceſſat, & mox mutatur in deſluxum. Incidit enim ſubinde deſluxus in occaſum Lunæ, & affluxus in ortum, donec Luna iterum mutet declinationem. Aditus de Oceano in hunc portum duplex patet: unus, rector & brevior, inter *Inſulam Hainan* & litora *Quantungi* Provinciæ *Sinarum*; alter per circuitum inter *Inſulam eandem* & litora *Cochini*. Per breviorē citiùs propagatur æſtus ad *Bathſam*.

Phil.
Transact.
Num. 162.

In alveis fluminum pendet influxus & refluxus à fluminum curſu. Nam curſus ille facit aquam tardiùs influere ex Mari, & in Mare citiùs & velociùs refluere, atque adeò diutiùs refluere, quàm influere, præſertim ſi longè in flumen aſcenditur, ubi minor eſt vis Maris. Sic in fluvio *Avonæ*, ad tertium lapidem infra *Briſtoliā*, refert *STURMIUS* aquam horis quinis influere, ſeptenis refluere: ſupra *Briſtoliā*, ut ad *Canesbam*, vel *Batboniam*, differentia proculdubio major eſt. Pendet etiam hæc differentia à magnitudine fluxûs & refluxûs. Nam, prope Luminarium Syzygias, vehementior Maris motus, faciliùs ſuperando reſiſtentiam fluminis, faciet aquam citiùs ac diutiùs influere, adeoque minuet hanc differentiam. Interea verò, dum Luna ad Syzygias prope- rat, neceſſe eſt ut flumina, ob curſus ſuos per magnitudinem æſtuum impeditos, magis impleantur, & propterea Maris refluxum paulò magis impediunt proximè poſt Syzygias, quàm proximè ante. Eâ de cauſâ æſtus omnium tardiſſimi non incident in ipſas Syzygias, ſed paulò præcedent. Dixi æſtus etiam ante Syzygias retardari vi Solis. Conjungatur cauſa utraque; & æſtuum retar-

Tempora
æſtuum in-
tra fluvio-
rum alveos
eſſe magis
inæqualia,
quàm in
Oceano.

datio & major erit & Syzygias magis præcedet. Quæ omnia ita se habere colligo ex Tabulis æstuum, quas FLAMSTEDIUS ex observationibus quàmplurimis construxit.

TA B. I.
Fig. 5.

Æstus à
Mari ma-
jore & pro-
fundiore
majores
oriri; &
majores
esse ad lit-
tora Con-
tinentium,
quàm in
medio Ma-
ri ad In-
sulas; at-
que adhuc
majores in
sinubus va-
dosis, ore
lato in
Oceanum
patenti-
bus.

Legibus hæcenus descriptis reguntur æstuum tempora. Magnitudo pendet à magnitudine Marium. Designet C centrum Terræ; $EADB$ ovalem Maris figuram; CA ovalis hujus semiaxem majorem; CB semiaxem minorem priori insistentem ad angulum rectum; D punctum medium inter A & B ; & ECF , vel eCf angulum ad centrum Terræ, quem Maris, litoribus E, F , vel e, f , terminati latitudo subtendit. Versetur autem punctum A in medio inter puncta E, F ; & punctum D in medio inter puncta e, f ; & si per differentiam altitudinum CA, CB exponatur quantitas æstus in Mari profundissimo Terram totam cingente, designabit excessus altitudinis CA super altitudinem CE , vel CF , quantitatem æstus in medio Maris EF litoribus E, F , terminati; & excessus altitudinis Ce super altitudinem Cf , quantitatem æstus ad litora ejusdem Maris quamproximè. Unde liquet æstus in medio Mari longè minores esse, quàm ad litora, & æstus ad litora esse, propemodum, ut Maris latitudo EF , arcu quadrantali non major. Et hinc est, quòd prope Æquatorem, ubi Mare inter *Africam* & *Americam* angustum est, æstus sint multò minores, quàm hinc inde in Zonis Temperatis, ubi Maria latè patent, inque *Maris Pacifici* litoribus ferè cunctis, tam *Americanis*, quàm *Sinicis*, & intra Tropicos & extra; quòdque ad Insulas medio in Mari sitas vix affurgant ultra pedes duos, vel tres; in litoribus autem magnarum Continentium sint triplò, vel quadruplò majores, & ultra: præsertim si motus, de Oceano patente venientes, gradatim contrahantur in spatium angustum, & aqua cum impetu magno per loca vadosa, ad sinus alternis vicibus implendos & evacuan-dos, influere & effluere cogatur: ut ad *Phymuthum* & pontem *Chepstowæ* in *Angliâ*; ad montes *S. Michaelis* & urbem *Abrincatuorum* (vulgo *Auranches* dictam) in *Normanniâ*; ad *Cambajam* & *Pegu* in *Indiâ orientali*. His in locis Mare, magnâ cum velocitate accedendo & recedendo, littora nunc inundat, nunc

nunc arida relinquit ad multa milliaria. Neque impetus accedendi, vel recedendi prius frangi potest, quàm aqua attollitur, vel deprimitur ad pedes, 40, vel 50, & ampliùs. Sic & freta oblonga, vadosa, & ostiis reliquo alveo amplioribus & profundioribus in Oceanum patentia, (cujus generis sunt *Britannicum*, & *Magellanicum*, ad introitum orientalem,) magis fluent & refluunt, cursumve intendent & remittent; eaque de causâ altiùs ascendent ac deprimentur. Ad littora *Americæ australis*, *Mare Pacificum* non rarò in refluxu suo remeare dicitur ad milliaria duo, & fugere visum in litore stantis. Unde & ibi æstus fiunt solito altiores. In aquis autem profundioribus semper minor est fluendi & refluendi velocitas; & propterea minor quoque ascensus ac descensus. Nec Oceanus talibus in locis ad pedes plusquàm sex, octo, vel decem, ascendere noscitur. Ascensus verò quantitatem sic computo.

Designet *S* Solem; *T* Terram; *P* Lunam; *PAGB* orbem Lunæ. In *SP* capiatur *SK* æqualis *ST*, & *SL* ad *SK* in duplicatâ ratione *SK* ad *SP*, & ipsi *PT* agatur parallela *LM*; & si vis mediocris circumfolaris agens in Terram exponatur per distantiam *ST*, vel *SK*, erit *SK* vis circumfolaris agens in Lunam. Ea componitur ex partibus *SM*, *LM*; quarum *LM*, & ipsius *SM* pars *TM*, perturbat motum Lunæ, (ut in Prop. LXVI & ejus Corollariis expositum est.) Quatenus Terra & Luna circa commune gravitatis centrum revolvuntur, urgebitur Terra viribus consimilibus; sed summas, tam virium, quàm motuum, referre licet ad Lunam, & summas virium per lineas ipsis analogas *TM* & *ML* designare. Vis *ML*, in mediocri suâ quantitate, est ad vim, quâ Luna in orbe suo circa Terram quiescentem, ad distantiam *PT*, revolvi posset, in duplicatâ ratione temporum periodicorum Lunæ circa Terram & Terræ circa Solem, (per Coroll. 17. Prop. LXVI:) hoc est, in duplicatâ ratione dierum 27, hor. 7, min. 43, ad dies 365, hor. 6, min. 9; id est, ut 1000 ad 178725, seu 1 ad $178\frac{2}{3}$. Vis, quâ Luna in orbe suo circa Terram quiescentem, ad distantiam *PT* semidiametrorum terrestrium $60\frac{1}{2}$, revolvi posset, est ad vim, quâ eodem tempore ad distantiam semidiametrorum 60 revolvi posset, ut

TAB. I.
Fig. 6.

Ex Principiis allatis computatur vis Solis ad perturbandos motus Lunæ.

E 3

60½

$60\frac{1}{2}$ ad 60; & hæc vis ad vim gravitatis apud nos, ut 1 ad 60×60 . Ideòque vis mediocris ML est ad vim gravitatis in superficie Terræ, ut $1 \times 60\frac{1}{2}$ ad $60 \times 60 \times 60 \times 178\frac{2}{40}$, seu 1 ad 638092, 6. Unde datur etiam vis TM , ex proportionem linearum TM , ML . Hæ sunt vires Solis, quibus motus Lunæ perturbatur.

Computatur vis Solis ad Mare movendum.

Si descendatur de orbe Lunæ ad superficiem Terræ, minuentur hæ vires in ratione distantiarum $60\frac{1}{2}$ ad 1; adeòque vis ML jam fiet 38604600 vicibus minor, quàm vis gravitatis. Hæc vis, Terram undique æqualiter urgendo, vix, aut ne vix quidem, mutabit motum Marium, adeòque in explicatione motus illius negligi possit. Vis altera TM in locis, in quorum Zenith, vel Nadir Sol constituitur, est triplò major, quàm vis ML , adeòque 12868200 vicibus minor, quàm vis gravitatis.

TAB. L
Fig. 7.

Computatur altitudo ætus sub Æquatore ex vi Solis oriunda.

Designet jam $ADBE$ Telluris superficiem sphæricam; $aDbE$ aquam supernatantem; C centrum utriusque; A locum, cui Sol perpendiculariter imminet; B locum oppositum; D, E loca inde gradibus nonaginta distantia; $ACEmlk$ canalem cylindricum rectangulum transeuntem per centrum Terræ. Vis ML in loco quolibet est ut distantia loci à plano DE , cui recta AC perpendicularis est; adeòque in canalis parte $ECIm$ nulla est; in parte alterà $ACIk$ est ut gravitas in singulis altitudinibus. Nam gravitas, in descensu ad centrum Terræ, est ubique ut altitudo (per Prop. LXXIII.) Igitur vis ML , urgendo aquam sursum, minuet gravitatem ejus, in canalis crure $ACIk$, in datà ratione. Et propterea aqua in hoc crure ascendet, ut defectus gravitatis compensetur majore altitudine; neque prius stabit in æquilibrio, quàm gravitas totius æquetur gravitati totius in canalis crure $ClmE$. Quoniam gravitas particulæ cujusque est ut distantia ipsius à centro Terræ, crescet pondus aquæ totius in crure canalis in duplicatà ratione altitudinis; adeòque altitudo aquæ in crure $ACIk$, fiet ad altitudinem aquæ in crure $ClmE$, in dimidiatà ratione numeri 12868201 ad 12868200, sive in ratione numeri 25623053 ad numerum 25623052; & altitudo in crure alterutro $ECIm$ ad differentiam altitudinum, ut 25623052 ad

Fig. 1.

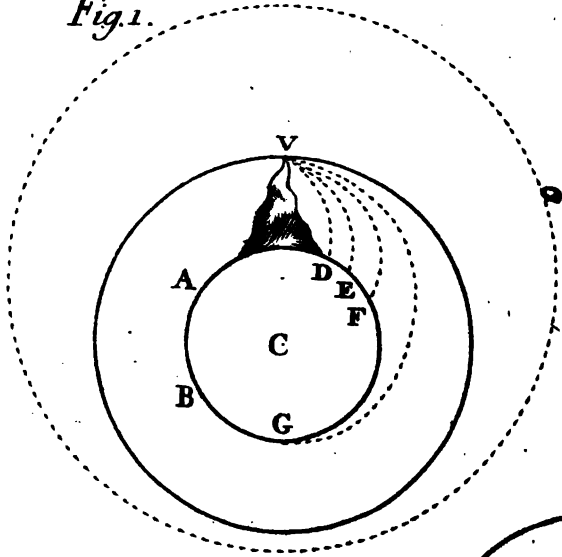


Fig. 2.

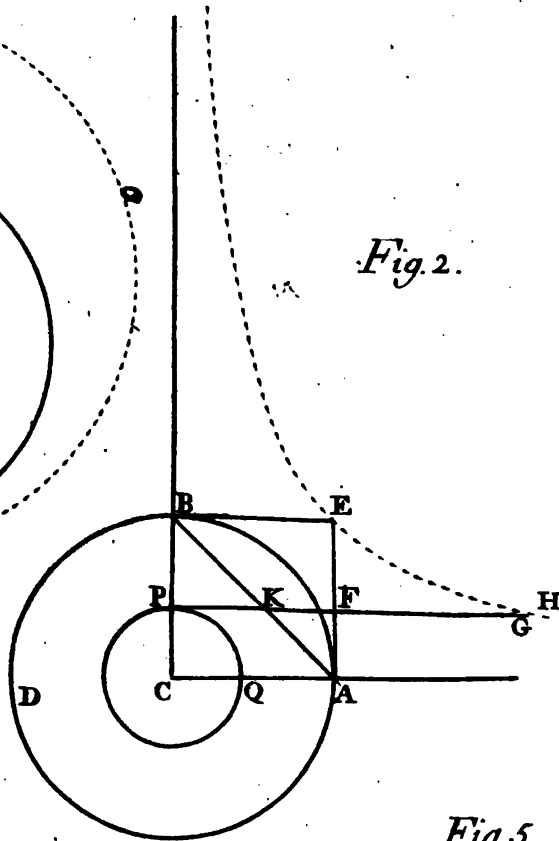


Fig. 3.

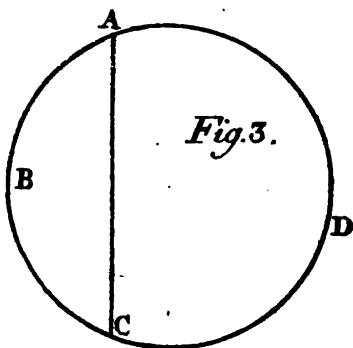


Fig. 5.

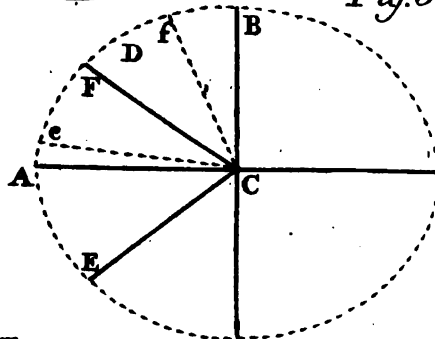


Fig. 4.

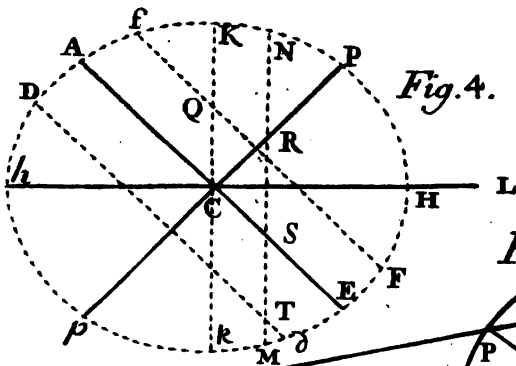
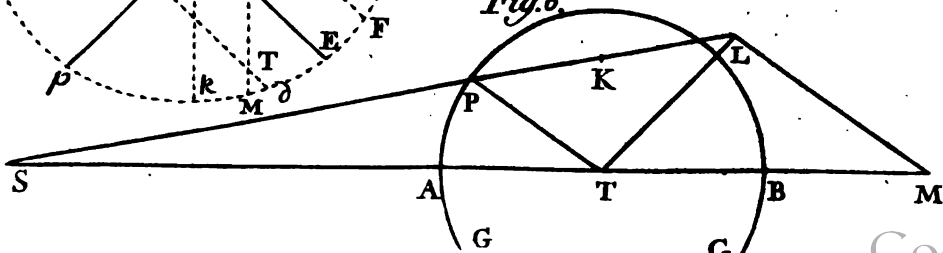


Fig. 6.



ad 1. Est autem altitudo illa, in crure $ECIm$, pedum *Parisiensium* 19615800, ut à *Gallis* nuper definitum est: & inde, per analogiam illam, prodit differentia altitudinum $9\frac{1}{2}$ digitorum hujus pedis. Igitur vi Solis major erit altitudo Maris ad A , quàm ad E , digitis, circiter, novem. Et quamvis aqua in canali $ACEmlk$ congeletur & rigeat, manebunt tamen altitudines aquarum Terræ supernatantium ad A , & E , locaque omnia intermedia.

Designet Aa excessum illum altitudinis digitorum novem ad a ; & bf excessum altitudinis in alio quovis loco b ; & ad DC demittatur normalis fG occurrens sphaeræ in F . Ob ingentem Solis distantiam, (quâ fit, ut lineæ omnes ad Solem tendentes pro parallelis haberi possint,) est vis TM in loco quovis b , vel f , ad vim illam in loco A , ut sinus FG ad radium AC ; adeoque, cum vires illæ tendant secundum lineas parallelas in Solem, generabunt hæ parallelas altitudines Ff , Aa , in eadem ratione. Et propterea figura aquæ $DfaEb$ sphærois erit facta per revolutionem Ellipseos circa majorem axem ab . Est insuper altitudo perpendicularis fb ad altitudinem obliquam fF , ut fG , ad fC , seu FG ad AC ; & propterea altitudo fb est ad altitudinem Aa in duplicatâ ratione FG ad AC , id est in ratione, quam habet sinus versus anguli DCf duplicati ad duplicatum radium, & inde datur. Et hinc, Sole circa Terram apparenter revolvente, innotescit ratio intumescentiæ ac detumescentiæ singulis momentis in loco quolibet sub Æquatore. Innotescit etiam decrementum æstûs Maris, tam ex latitudine locorum, quàm ex declinatione Solis, oriundum. Nimirum, quòd ex latitudine locorum, ascensus & descensus Maris in locis singulis diminuitur in ratione duplicatâ sinûs complementi latitudinis; quòdque, ex declinatione Solis, ascensus & descensus ille sub Æquatore diminuitur in ratione duplicatâ sinûs complementi declinationis: sed, & extra Æquatorem, semisumma ascensus matutini & ascensus vespertini, id est, ascensus mediocris, diminuitur in eadem ratione quamproximè.

Computatur altitudo æstus, sub Parallelis, ex vi Solis oriunda.

De-

Ratio
æstuum
sub Æqua-
tore in Sy-
zygiis &
Quadratu-
ris ex vi
Solis &
Lunæ con-
junctum.

Designent S & L vires Solis & Lunæ in Æquatore versantium, & mediocriter distantium à Terrâ; R radium; T , & U sinus versos duplicatorum complementorum declinationis Solis & Lunæ ad tempus datum; D , & E mediocres diametros apparentes Solis & Lunæ; F ac G earum diametros apparentes ad tempus illud datum, & erunt vires ad æstus sub Æquatore ciendos, in Syzygiis quidem $\frac{VG^3}{2RE^3}L + \frac{TF^3}{2RD^3}S$; in Quadraturis autem $\frac{VG^3}{2RE^3}L - \frac{TF^3}{2RD^3}S$.

Si eadem æstuum ratio observetur etiam sub parallelis, habebimus, ex observationibus in boreali nostrâ regione exactè factis, proportionem inter vires L & S . Et tum demum per hanc regulam prædicere licebit quantitates æstuum ad singulas Syzygias & Quadraturas.

Computa-
tur vis Lu-
næ ad
æstus cien-
dos & alti-
tudo aquæ
inde
oriunda.

Ante ostium fluvii *Avonæ* ad lapidem tertium infra *Bristoliam*, tempore verno & autumnali, totus Aquæ ascensus in conjunctione & oppositione Luminarium, observante SAMUELE STURMIO, est quasi pedum 45; in Quadraturis autem pedum tantum 25. Luminarium diametros apparentes, quæ hic non definiuntur, assumamus esse mediocres, ut & Lunæ declinationem in Quadraturis æquinoctialibus mediocrem esse, seu graduum $23\frac{1}{2}$; & sinus versus duplicati complementi erit 1682, posito radio 1000. Solis autem in Æquinoctiis & Lunæ in Syzygiis declinatio nulla est, & sinus versus duplicati complementi 2000. Inde fit vis in Syzygiis $L + S$, in Quadraturis $\frac{1682}{2000}L - S$, æstuum altitudinibus 45 pedum & 25 pedum, seu 9 passuum & 5 passuum proportionalis. Et, ductis extremis & mediis in se, fit $5L + 5S = \frac{15138}{2000}L - 9S$, seu, $L = \frac{2000}{5138}S = 5\frac{5}{11}S$. Porro tempore æstivo ascensum Maris in Syzygiis esse ad ascensum in Quadraturis, ferè ut 5 ad 4 memini me audisse. In ipsis Solstitiis verisimile proportionem paulò minorem esse, puta, 6 ad 5. Inde verò confectatur esse $L = 5\frac{1}{2}S$. Donec aliquid certius ex observationibus constiterit, assumamus $L = 5\frac{1}{2}S$, & cum æstus sint ut vires, vis autem Solaris cieat æstum altum novem digitos, vis Lunariorum ciebit æstum altum pedes quatuor. Demus altitudinem illam, per vim reciprocationis aquarum, quâ motus semel impres-

sus

fus aliquamdiu conservatur, duplicari, vel fortè triplicari, & generabitur æstuum quantitas illa omnis, quæ in Oceanis revera conspicitur.

Sufficiunt igitur hæ vires commovendo Mari: ast alios tamen effectus sensibiles in hac Terrâ, quantum animadverto, producent nullos. Nam, cum granum unum in pondere granorum 4000 ope libræ exactissimæ sentiri vix possit; vis autem solaris ad ciendos æstus sit 12868200 vicibus, minor vi gravitatis, & summa virium Solis & Lunæ major existens in ratione $6\frac{1}{2}$ ad 1, sit 2032890 vicibus minor vi eadem gravitatis; perspicuum est, quod conjunctæ illæ vires sint vicibus quingentis minores, quàm quæ pondus corporis cujusvis, in librâ appensi, sensibilibiter augere, vel minuere possint; & propterea corpus nullum appensum movebunt sensibilibiter. Unde, nec in experimentis Pendulorum, Barometrorum, Infidentium aquæ stagnanti, & Staticis similibus, sensibiles edent effectus. Atmosphæra quidem his viribus fluet & refluet, ad modum Maris, sed motu tam exiguo, ut exinde ventus nullus sensibilis oriatur.

Si Lunæ & Solis tam effectus in æstibus ciendis, quàm diametri apparentes æquarentur inter se, forent horum vires absolutæ ut magnitudines (per Coroll. 14. Prop. LXVI.) At lunaris effectus est ad effectum Solis, ut $5\frac{1}{2}$ ad 1, circiter: & diameter minor, in ratione $31\frac{1}{2}$ ad $32\frac{1}{2}$, seu 45 ad 46. Augenda est autem vis Lunæ in ratione effectûs directè, inque ratione triplicatâ diametri inversè: eoque pacto fiet vis Lunæ, collatâ cum ipsius magnitudine, ad vim Solis, collatam cum hujus magnitudine, ut $5\frac{1}{2}$ ad 1 semel, & 45 ad 46 ter; id est, ut $5\frac{7}{10}$ ad 1, circiter. Habet igitur Luna vim absolutam centripetam majorem in ratione $5\frac{7}{10}$ ad 1 pro magnitudine corporis sui, quàm Sol pro magnitudine sui; adeoque densior est in eadem ratione.

Tempore 27^d. 7^h. 43', quo Luna revolvitur circa Terram, revolvi posset Planeta circa Solem ad distantiam 18,954 diametrorum Solis ab ipsius centro, posito, quod Solis diameter mediocris apparens sit $32\frac{1}{2}$. Hoc tempore revolvi posset Luna circa Terram quiescentem, ad distantiam 30 diametrorum terrestrium. Si idem esset numerus diametrorum in utroque casu, foret vis absoluta

Is. Newtoni Opuscula. Tom. II.

F

cir-

Has vires Solis & Lunæ vix aliter quàm per æstus Maris sentiri posse.

Corpus Lunare esse quasi sextuplò densius, quàm Solare.

Lunam densiorem esse Terrâ nostrâ in ratione 3 ad 2 circiter.

circumterrestris ad vim absolutam circumsolarem, ut magnitudo Terræ ad magnitudinem Solis (per Coroll. 2. Prop. LXXII.) Quoniam plures sunt diametri terrestres in ratione 30 ad 18,954, minus erit corpus Telluris in ratione illâ triplicatâ, hoc est, in ratione $3\frac{28}{29}$ ad 1. Est igitur vis Telluris, pro magnitudine corporis sui, ad vim Solis, pro magnitudine sui, ut $3\frac{28}{29}$ ad 1, atque adeò densitas Terræ ad densitatem Solis in eadem ratione. Cum igitur densitas Lunæ sit ad densitatem Solis ut $\frac{57}{10}$ ad 1, erit densitas Lunæ ad densitatem Terræ ut $\frac{57}{10}$ ad $3\frac{28}{29}$, seu 23 ad 16. Unde, cum magnitudo Lunæ sit ad magnitudinem Terræ, ut 1 ad $41\frac{1}{2}$, circiter, erit vis absoluta centripeta Lunæ ad vim absolutam centripetam Terræ, ut 1 ad 29 circiter; nec non quantitas materiæ in Lunâ, ad quantitatem materiæ in Terrâ, in eadem ratione. Hinc datur commune centrum gravitatis Terræ & Lunæ exactius, quàm antè: quo cognito, licebit jam distantiam Lunæ à Terrâ magis accuratè colligere. Sed malim expectare donec proportio corporum Lunæ ac Terræ ad invicem ex phænomenis æstus marini determinetur exactius: sperans etiam interea confore, ut ambitus Terræ ex majoribus stationum intervallis mensuretur, quàm hactenus à quoquam factum fuit.

De Fixarum distantia.

Hactenus exposui Systema Planetarum. Stellas autem fixas immensis intervallis ab hoc Systemate distare colligitur ex defectu parallaxeos annuæ. Hanc minuto primo minorem esse certissimum est, & propterea distantias Fixarum superare distantiam Saturni à Sole, vicibus plusquam 360. Qui Terram Planetis, & Solem Fixis annumerant, longiùs amovebunt Fixas argumentis sequentibus. Ex Telluris motu annuo oriri debet translatio Fixarum inter se parallaxi duplicatæ propemodum æqualis. At Stellæ majores & propiores, respectu ulteriorum quæ per Telescopia solummodo visuntur, nondum moveri notantur. Demus motum earum minorem esse minutis viginti secundis, & distantia Fixarum proximarum superabit mediocrem distantiam Saturni vicibus 2000. Rursum, Saturnus disco suo $17''$, vel $18''$, lato excipit $\frac{1}{2100000000}$ partem, circiter, lucis Solaris. Namque, tantò minor est discus ille superficie totâ sphæricâ orbis Saturnii. Si Saturnus reflectere suppona-

ponatur quasi partem quartam hujus lucis, lux tota, quæ ab ejus hemisphærio lucido reflectitur, erit quasi $\frac{1}{4200000000}$ pars lucis totius manantis ab hemisphærio Solis. Ergo, cum lux rarefcit in duplicatâ ratione distantiae corporis lucentis, si Sol magis distaret, quàm Saturnus, vicibus $10000 \times \sqrt{42}$, hic appareret æquè lucidus, ac jam Saturnus apparet, absque annulo suo; atque adeò paulò lucidior foret, quàm Stella fixa primæ magnitudinis. Ponamus igitur distantiam, quâ Sol luceret ut Fixa, majorem esse, quàm distantia Saturni, quasi vicibus 100000, & ipsius diameter apparens erit $7''$. $16'''$, parallaxis autem à Terræ motu annuo orta $13'''$. Atque tanta erit distantia, diameter apparens, & parallaxis Fixarum magnitudinis primæ, Soli nostro, quoad magnitudinem & lucem, æqualium. Fingere quidem licet partem benè magnam lucis Fixarum, in transitu suo per tanta spatia, sisti & interire, adeoque Fixas propius admoveri debere: verùm, hac ratione, Fixæ posteriores vix conspici possent. Demus, verbi gratiâ, tres quartas lucis partes interire in transitu à Fixis proximis ad nos; & partes tres quartæ bis interibunt in transitu per duplum spatium, ter in transitu per triplum, & sic deinceps; adeoque Fixæ, quæ sunt duplò remotiores, erunt sexdecim vicibus obscuriores; nimirum quadruplò obscuriores, ob diminutam diametrum apparentem, atque rursus quadruplò obscuriores ob amissam lucem; & eodem argumento Fixæ triplò remotiores erunt $9 \times 4 \times 4$, seu 144 vicibus, obscuriores; & Fixæ quadruplò remotiores erunt $16 \times 4 \times 4 \times 4$, seu 1024 vicibus, obscuriores. Tanta autem lucis diminutio, cum phænomenis & hypothesi, quòd Fixarum diversæ sunt distantiae, neutiquam consistit.

Tantis igitur intervallis ab invicem distantia Sidera, nec trahent se mutuò sensibilibiter, nec à Sole nostro trahuntur. At, Cometas vi circumsolari obnoxios esse, necesse est: etenim, ut defectus parallaxeos diurnæ extulit eos regionibus sublunaribus; sic ex parallaxi annuâ convincitur eorum descensus in regiones Planetarum. Nam, Cometæ, qui progrediuntur secundum ordinem signorum, sunt omnes, sub exitu apparitionis, aut solito tardiores, aut retrogradi, si Terra est inter ipsos & Solem; at

Cometas, quoties in conspectum veniunt, esse Jove propiores, probatur ex parallaxi in longitudinem.

justo celeriores, si Terra vergit ad oppositionem. Et è contrā, qui pergunt contra ordinem signorum, sunt justo celeriores in fine apparitionis, si Terra versatur inter ipsos & Solem; & justo tardiores, vel retrogradi, si Terra sita est ad contrarias partes. Contingit hoc maximè ex motu Terræ in vario situ. Si Terra pergit ad eandem partem cum Cometā, & celerius fertur; Cometa fit retrogradus: si tardius, fit saltem tardior; &, Terrā pergente ad contrarias partes, celerior. Et, (colligendo differentias inter motus celeriores & tardiores, atque summas motuum celeriorum & retrogradorum, easque cum situ & motu Terræ, ex quibus oriuntur, conferendo,) prodiit mihi ex hac parallaxi distantia Cometarum, quo tempore nudis oculis videri desinunt, minor semper, quàm distantia Saturni, &, ut plurimum, minor quàm distantia Jovis.

Probatur
ex parallaxi
in latitudinem.

Idem colligitur ex curvaturā viæ Cometarum. Pergunt hæc corpora propemodum in circulis maximis, quamdiu moventur celerius; at in fine cursûs, ubi motus apparens à parallaxi oriundus majorem habet proportionem ad motum totum apparentem, deflectere solent ab his circulis, &, quoties Terra movetur in unam partem, abire in partem contrariam. Oritur hæc deflexio maximè ex parallaxi, propterea quòd respondet motui Terræ; & insignis ejus quantitas, meo computo, collocavit disparentes Cometas satis longè infra Jovem. Unde consequens est, quòd in Perigæis & Periheliis, ubi propius adsunt, descendant sæpius infra orbes Martis & inferiorum Planetarum.

Probatur
aliter ex
parallaxi.

Confirmatur præterea tanta propinquitas ex parallaxi orbis annui, quatenus ea præterpropter colligitur per hypothesein, quòd Cometæ moventur uniformiter in lineis rectis. Nota jam est methodus (à KEPLERO tentata, à WALLISIO, & WRENNIO perfecta) colligendi distantiam Cometæ juxta hanc hypothesein ex quatuor observationibus: & Cometæ ad hanc regularitatem reducti transire solent per medium regionis Planetarum. Ut, Cometæ annorum 1607, & 1618, inter Solem & Terram desiniente KEPLERO; ille anni 1664 infra orbem Martis, & iste anni 1680 infra orbem Mercurii, desinentibus WRENNIO & aliis. Per
fimi-

similem hypothesin rectilineam, HEVELIUS Cometas omnes, quorum observationes extant, locavit infra orbem Jovis. Errant igitur, & absque calculo Astronomico loquuntur, qui, ex regulari motu Cometarum, vel ablegant eos in regiones Fixarum, vel motum Telluri denegant; cum non possint eorum motus ad omnimodam regularitatem satis reduci, nisi ex admissio transitu per regiones Telluri moventi vicinas. Et hæc sunt argumenta ex parallaxi, quatenus ea, absque exactâ cognitione orbium & motuum Cometarum, determinari possit.

Confirmatur etiam propinquitas Cometarum ex luce capitum. Nam, corporis coelestis, à Sole illustrati & in regiones longinquas abeuntis, diminuitur splendor in quadruplicatâ ratione distantiae; in duplicatâ ratione ob auctam distantiam à Sole, & in aliâ duplicatâ ratione ob diminutam apparentem diametrum. Inde intelligitur, quòd Saturnus, ob duplam distantiam & dimidiam ferè diametrum apparentem, apparere debet quasi 16 vicibus obscurior quàm Jupiter, & quòd, si distantia ejus esset quadruplò major, foret lux ejus 256 vicibus minor, adeòque nudis oculis cerni vix posset. Cometæ autem non rarò æquant Saturnum luce suâ, nec tamen superant ipsum diametris apparentibus. Cometa anni 1678, juxta observationem HOOKII, æquabat luce suâ Fixas primæ magnitudinis, & Caput ejus, seu Stella in medio Comæ, per Telescopium pedum quindecim visum, apparebat æquè lucidum, ac Saturnus propè Horizontem, diameter verò Capitis erat solummodo 25", id est, eadem ferè cum diametro circuli æquantis Saturnum cum annulo. Coma Capiti circumfusa erat quasi decuplò latior, nimirum 4½ min. Rursus Cometæ anni 1682 minima Capillitii diameter, per Tubum sexdecim pedum à FLAMSTEDIO observata & Micrometro mēsurata, æquabat 2'. 0". Nucleus autem, seu Stella in medio, vix decimam partem latitudinis hujus occupabat, adeòque lata erat tantum 11", vel 12"; Luce verò & claritate Capitis superabat Cometam anni 1680, Stellasque primæ, vel secundæ magnitudinis æmulabatur. Adde, quòd Cometa anni 1665 menſe *Aprili*, ut author est HEVELIUS, claritate suâ penè Fixas omnes superabat, quinetiam ipsum Saturnum

Ex luce
capitum
probatur
Cometas
descende-
re ad or-
bem Sa-
turni.

num, ratione coloris videlicet longè vividioris. Quippe lucidior erat hic Cometa altero illo, qui in fine anni præcedentis apparuerat, & cum Stellis primæ magnitudinis conferebatur. Latitudo Capillitii erat quasi $6'$, at Nucleus, cum Planetis ope Tubi optici collatus, planè minor erat Jove, & nunc minor corpore intermedio Saturni, nunc ipsi æqualis judicabatur. Adde Annulum, & Saturni facies jam dupla erit, lux verò haud intensior, quàm Cometæ; proindeque Cometa propior erat Soli, quàm Saturnus. Ex proportionem Nuclei ad Capillitium, his observationibus patefactâ, & latitudine, quæ rarò superat $8'$, vel $12'$, patet Stellas Cometarum, ut plurimum, ejusdem esse apparentis magnitudinis cum Planetis; lucem verò interea, cum luce Saturni non rarò conferri posse, eamque aliquando superare. Et inde distantias eorum in Periheliis vix esse majores, quàm Saturni. In distantia duplò majore lux foret quadruplò minor, & fusco pallore tantùm cederet luci Saturni, quantum lux hujus cedit splendori Jovis: quæ differentia facilè notari posset. In distantia verò decuplò majore, corpora eorum superarent corpus Solis, lux autem cederet luci Saturni vicibus centum. Inque distantis majoribus, corpora longè superarent Solem, at in tenebris profundis constituta non ampliùs cernerentur. Tantùm abest, ut Sole nostro in Fixis numerato, Cometæ ad medias regiones inter Solem & Fixas amoveantur. Ibi certè non multò magis illustrari deberent à Sole, quàm nos illustramur à maximâ Fixarum.

Ut & longè infra orbem Jovis, & quandoque infra orbem Terræ.

Hæc disputavimus non considerando obscurationem Cometarum per fumum illum maximè copiosum & crassum, quo Caput circundatur, quasi per nubem obtusè semper lucens. Nam, quantum obscurius redditur corpus per hunc fumum, tantò propius ad Solem accedat necesse est, ut, copiâ lucis à se reflexæ, Planetas æmuletur. Inde verisimile fit, Cometæ longè infra sphæram Saturni descendere, ut ex parallaxi probavimus. Idem verò quam maximè confirmatur ex Caudis. Hæ, vel ex reflexione fumi sparsi per æthera, vel ex luce Capitis, oriuntur. Priore casu, minuenda est distantia Cometarum, ne fumus à Capite semper ortus per spatia nimis ampla, incredibilî cum velocitate & expansione, pro-

pagetur. Posteriore, referenda est lux omnis, tam Caudæ, quam Capillitii, ad Nucleum Capitis. Quòd, si imagineris lucem hanc omnem congregari, & intra discum Nuclei coarctari, Nucleus ille jam certè, quoties Caudam maximam & fulgentissimam emittit, Jovem ipsum splendore suo multum superabit. Minore igitur cum diametro apparente plus lucis emittens, multò magis illustrabitur à Sole, adeoque erit Soli multò propior. Sic Cometa anni 1679, *Decembris* 12 & 15, Stylo veteri, quo tempore Caudam clarissimam emittebat, & luci multorum Jovium per tantum spatium diffusæ ac dilatatæ non imparem; magnitudine Nuclei, (ut observabat FLAMSTEDIUS,) cedebat Jovi, adeoque erat Soli longè vicinior. Quinimò minor erat Mercurio: nam die 17 mensis hujus, ubi Terræ propior erat, apparuit CASSINO, per Telescopium pedum 35, paulò minor globo Saturni. Die octavo mensis hujus, tempore matutino, vidit HALLEJUS Caudam perbreve & latam &, quasi ex corpore Solis jamjam orituri, exeuntem, ad instar nubis insolito more fulgentis, nec prius disparentem, quàm Sol ipse inciperet supra Horizontem conspici. Superabat igitur hic splendor lucem nubium usque ad ortum Solis, &, immediato Solis splendori solum cedendo, vincebat longè lucem omnium Stellarum conjunctim. Non Mercurius, non Venus, non ipsa Luna, in tantà Solis orientis vicinitate, cerni solet. Fingas lucem hancce dilatatam congregari, & in orbem Nuclei cometici Mercurio minorem coarctari: & splendore longè fortiori jam reddita magis conspicua, Mercurium longè superabit, adeoque erit Soli vicinior. Diebus 12 & 15 ejusdem mensis, Cauda hæc per spatium longè majus diffusa apparuit rarior, at luce tamen adeò forti, ut, Stellis fixis vixdum apparentibus, cerneretur; & mox trabis mirum in modum fulgentis speciem exhibuit. Ex longitudine quadraginta, vel quinquaginta graduum, & latitudine duorum, quantitatem lucis totius computes.

Confirmatur verò tantus Cometarum ad Solem accessus, ex situ eorum, ubi maximè fulgent. Nam, Capite per Solem transeunte & sub radiis solaribus adhuc latente, narrantur Caudæ omnium fulgentissimæ de Horizonte, ad modum trabium ignearum, exiisse, Solis.

Idem probatur ex insigni splendore Caudarum in viciniam

exiisse, dein, Capite in conspectum veniente & longius à Sole recedente, splendorem semper minui & in pallorem, viæ lacteæ similem, sed imprimis multò magis conspicuam, postea verò languescentem, abire. Talis erat ardentissimus ille Cometa ab ARISTOTELE descriptus *lib. 1. Meteor. 6.*, cujus Caput primo die non conspectum est, eò quòd ante Solem, vel saltem sub radiis solaribus, occidisset; sequente verò die, quantum potuit, visum est. *Nam, quàm minimâ fieri potest distantia, Solem reliquit & mox occubuit.* Ob nimium ardorem, Caudæ scilicet, nondum apparebat Capitis sparsus ignis, sed *procedente tempore* (ait ARISTOTELES) *cum Cauda jam minus flagraret, reddita est Capiti Cometæ sua facies. Et splendorem suum ad tertiam usque Cœli partem, id est ad 60^{gr.}, extendit. Apparuit autem tempore hyberno, &, ascendens usque ad cingulum Orionis, ibi evanuit.* Ejusdem generis Cometæ duos JUSTINUS *lib. 37* describit, quos ait ita luxisse, *ut Cœlum omne conflagrare videretur; &, magnitudine sui, quartam Cœli partem occupasse, &, fulgore sui, Solis nitorem vicisse.* Quibus ultimis verbis juxtapositio ardoris Cometici & Solis, orientis, vel occidentis, insinuat. Accedit Cometa anni 1101, vel 1106, cujus Stella erat parva & obscura, ut ille anni 1680, *sed splendor, qui ex eâ exivit, valde clarus &, quasi ingens trabs ad Orientem & Aquilonem tendebat*, ut habet HEVELIUS ex SIMEONE DUNELMENSIS *Monacho*: Apparuit initio mensis *Feb.*, circa vespertum, ad occasum Solis brumalem. Inde, & ex situ Caudæ, colligitur Caput fuisse Soli vicinum. *A Sole*, inquit MATTHÆUS PARIENSIS, *distabat quasi cubito uno, ab horâ tertiâ, rectius sextâ, usque ad horam nonam radium ex se longum emittens.* Cometa anni 1264 mense *Julio*, aut circa Solstitium, præcedebat Solem orientem, magnâ luce usque ad medium Cœli versùs occidentem radios suos emittens. Et initio, paulùm ascendebat supra Horizontem; sed, progrediente Sole, discedebat in dies ab Horizonte, donec tandem ipsum Cœli medium præteriret. Dicitur autem fuisse principiò magnus & clarus, Comam habens latam, quæ de die in diem cœpit deficere. Describitur autem in

Append.

Append. MATTH. *Parif. Hift. Angl.* in hunc modum. A. C. 1265 apparuit Cometa tam notabilis, ut nullus tunc vivens viderit talem prius. Ab oriente enim cum magno fulgore surgens, usque ad medium Hemisphærii versus occidentem omnia perlucidè pertrabebat. Anno 1401, vel 1402, Sole infra Horizontem demerso, apparuit in occidente Cometa lucidus ac clarus, Comam erectam explicans ignis flammantis specie, non secus ac bastam, ab occasu in ortum radios jaculans; à Sole infra Horizontem demerso propriis radiis effusis omnes orbis Terræ terminos conlustrabat, nec aliis Stellis lumen exserere concedebat, aut aerem noctis umbrâ infuscari; quòd ejus lumen aliorum splendorem vinceret, & ad Cæli verticem flammans protenderetur, quamdiu supra Horizontem extabat, &c. *Hist. Byzant.* DUCÆ MICHAELIS Nepotis, cap. 16. Ex situ Caudæ, & tempore hujus primæ apparitionis, colligitur Caput tunc fuisse vicinum Soli, & in dies à Sole recessisse: nam Cometa ille tres menses perduravit. Anno 1527, Aug. 11, circa horam quartam matutinam, visus est per totam ferè Europam Cometa terrificus in Leone, duravitque per horam unam & quadrantem quotidie flagrans. A subsolano ortus est, versusque meridiem, & occidentem ascendit longitudine immensâ; sub septentrione autem maximè conspicuus fuit, & nube, (id est, Caudâ,) terribilis describitur; ex mente plebis, formam habens brachii incurvati cum gladio ingentis magnitudinis. Anno 1618 diebus extremis Novembris increbuit rumor apparere sub ortum Solis trabem candidam, quæ fuit nimirum Cauda Cometæ, Capite adhuc intra radiorum claritatem delitescente. Novemb. 24, & deinceps, visus est Cometa clarâ luce, Capite & Caudâ clarissimis. Longitudo Caudæ, quæ primùm graduum erat 20, vel 30, crevit usque ad Decemb. 9, quando evaserat graduum 75, at luce dilutiore semper & rariore, quàm sub initio. Anno 1668, Mart. 5, st. n. horâ septimâ vesp. Pater VALENTINUS ESTANCIUS Brasiliæ agens Cometam vidit Horizonti proximum ad occasum Solis brumalem, Capite minimo & vix conspicuo, Caudâ verò supra modum fulgente, ut stantes in litore speciem ejus è Mari reflexam facilè cernerent. Tantus autem

Is. Newtoni Opuscula. Tom. II. G tena

tem splendor tres solùm dies durabat, subinde notabiliter decre-
fcens; Cauda, sub initio ab occidente in austrum vergens & Ho-
rizonti ferè parallela, speciem habebat trabis splendentis longitu-
dine 23 graduum. Postea verò, luce decrefcente, aucta est ma-
gnitudine, quoad usque Cometa apparere defiit. Unde & CAS-
SINUS *Bononiæ Martii* 10, 11, & 12, de Horizonte exeun-
tem vidit ad longitudinem graduum 32. In *Portugalliâ* verò,
quartam ferè Coeli partem, id est, gradus 45, occupasse dicitur
ab occidente in orientem splendore cum insigni protenta; nec ta-
men tota apparuit, Capite semper in his regionibus infra Hori-
zontem delitescente. Ex incremento Caudæ manifestum est, quòd
Caput à Sole recessit, eique proximum fuit sub initio, ubi Cau-
da maximè splendebat. His omnibus adde Cometam anni 1680,
cujus insignem splendorem, in conjunctione Capitis cum Sole,
jam antè descripsi. Arguit autem tantus splendor Cometas hujus
generis reverà transire per fontem luminis, præsertim cùm Caudæ
nunquam ita luceant in oppositione Solis, neque ibi legantur tra-
bes igneæ apparuisse.

Probatur
ex luce
Capitum,
quatenus
ea, ceteris
paribus,
major est
in viciniâ
Solis.

Idem denique colligitur ex luce Caputum crescente in recessu
Cometarum à Terrâ Solem versùs, ac decrefcente in eorum re-
cessu à Sole versùs Terram. Sic enim Cometa posterior anni 1665,
observante HEVELIO, ex quo conspici coepit, remittebat semper
de motu suo, adeòque præterierat Perigæum, splendor verò Ca-
pitis nihilominus in dies crescebat, usque dum Cometa, radiis
solaribus obtectus, defiit apparere. Cometa anni 1683, obser-
vante eodem HEVELIO, in fine mensis *Julii*, ubi primùm con-
spectus est, tardissimè movebatur, minutos primos 40, vel 45,
circiter, singulis diebus in orbe suo conficiens. Ex eo tempore
motus ejus diurnus perpetuò augebatur, usque ad *Sept.* 4, quando
evasit graduum quasi quinque. Igitur toto hoc tempore Cometa
ad Terram appropinquabat: Id, quod etiam ex diametro Capitis,
micrometro mensuratâ, colligitur; quippe quam HEVELIUS re-
perit *Aug.* 6, esse tantum 6', 5'', inclusâ Comâ; at *Sept.* 2,
esse 9', 7''. Caput igitur, initio, longè minus apparuit, quàm
in fine motûs: at initio tamen in viciniâ Solis longè lucidius ex-
titit,

titit, quàm circa finem, ut refert idem HEVELIUS. Proinde toto hoc tempore, ob recessum ipsius à Sole, quoad lumen, decrevit non obstante accessu ad Terram. Cometa anni 1618, circa medium mensis *Decembris*, & iste anni 1680, circa finem ejusdem mensis, celerrimè movebantur, adeòque tunc erant in Perigæis: verùm splendor maximus Caputum contigit ante duas ferè septimanas, ubi modò exierant de radiis solaribus; & splendor maximus Caudarum paulò antè in majore vicinitate Solis. Die 12 mensis *Decembris* conspectum & à FLAMSTEDIO observatum est Caput Cometæ posterioris in distantia novem graduum à Sole; id, quod Stellæ tertiæ magnitudinis vix concessum fuisset. *Decemb.* 15, & 17, apparuit idem, ut Stella tertiæ magnitudinis, diminutum utique splendore nubium, juxta Solem occidentem. *Decem.* 26, velocissimè motus, inque Perigæo propemodum existens, cedebat *Ori Pegasi* Stellæ tertiæ magnitudinis; *Jan.* 3, apparebat ut Stella quartæ; *Jan.* 9, ut Stella quintæ; *Jan.* 13, ob splendorem Lunæ crescentis, disparuit; *Jan.* 25, vix æquabat Stellæ magnitudinis septimæ. Caput verò Cometæ prioris, juxta observationes CYSATI, *Decem.* 1, majus videbatur Stellis primæ magnitudinis, & *Decem.* 16, (jam in Perigæo existens,) magnitudine parvum, splendore, seu claritate luminis, plurimum defecerat. *Jan.* 7, KEPLERUS, de Capite incertus, finem fecit observandi. Si sumantur æqualia à Perigæo hinc inde tempora, Capita in longinquis regionibus posita luxissent antè & post æqualiter, id adeò ob æquales distantias à Terrâ. Quòd uno casu maximè luxerunt, altero evanuerunt, vicinitati Solis in priore casu, distantia ejus in posteriore ascribendum est. Et, ex magnâ illâ lucis utriusque differentiâ, concluditur magna vicinitas in priore. Nam lux Cometarum regularis esse solet, & maxima apparere, ubi Capita velocissimè moventur, atque adeò sunt in Perigæis; nisi quatenus ea major est in viciniâ Solis.

Ex his intellexi tandem, cur Cometæ tantopere frequentent regionem Solis. Si cernerentur in regionibus longè ultra Saturnum, deberent sæpius apparere in partibus Soli oppositis. Forent enim Terræ viciniore, qui in his partibus versarentur, & Sol in-

Idem confirmatur ex magno numero Cometarum visito-

rum in
regione
Solis.

terpositus obscuraret ceteros. Verùm, percurrendo historias Cometarum, reperi, quòd quadruplò, vel quintuplò plures detecti sunt in hemisphærio Solem versùs, quàm in hemisphærio opposito, præter alios, proculdubio non paucos, quos lux solaris obtexit. Nimirum, in descensu ad regiones nostras, neque Caudas emittunt, neque adeò illustrantur à Sole, ut nudis oculis se priùs detegendos exhibeant, quàm sint ipso Jove propiores. Spatii autem tantillo intervallo circa Solem descripti pars longè major sita est à latere Terræ, quod Solem respicit, inque parte illà majore, Soli, ut plurimum, viciniore, magis illuminari solent. Per orbium quoque insignem excentricitatem fit, ut Apfides imæ sint Soli longè propiores, quàm si revolutiones in circulis Soli concentricis peragerentur.

Confirma-
tur etiam
ex Caudis
majoribus
& splendidi-
oribus,
post con-
junctio-
nem Capi-
tum cum
Sole, quàm
antea.

Hinc etiam intelligimus, quare Cometarum Caudæ, in Capitibus ad Solem properantibus, raræ semper & breves apparent, & vix longitudinem graduum 15, vel 20 superasse leguntur; at, in recessu Capitem à Sole, fulgent sæpe ad instar trabium ignitarum, & mox ad gradus 40, 50, 60, 70, & ultra, in longum porriguntur. Oritur utique tantus Caudarum splendor, tantaque longitudo ex calore Solis Cometam prætereuntem calefaciente. Et inde colligere videor Cometæ omnes, quorum tales sunt Caudæ, transiisse per viciniam Solis.

Caudas
oriri ex
Atmo-
sphæris
Cometa-
rum.

Inde etiam colligere licet, quòd Caudæ oriantur ex Atmosphæris Capitem. Est autem de Cauda opinio triplex; eam, vel jubar esse Solis per translucidum Cometæ Caput propagatum; vel oriri ex refractione lucis in progressu ipsius à Capite Cometæ in Terram; vel denique nubem esse, seu, vaporem à Capite Cometæ jugiter surgentem, & abeuntem in partes à Sole adversas. Opinio prima eorum est, qui nondum imbuti sunt scientiâ rerum opticarum. Nam, jubar Solis in cubiculo tenebroso non cernitur, nisi quatenus lux reflectitur à pulverum & fumorum particulis per aerem semper volitantibus: adeoque, in aere fumis crassioribus infecto, splendidius est & sensum fortius ferit; in aere clariore, tenuius & ægrè sensibile; in Coelis autem, absque materiâ reflectente, nullum esse potest. Lux non cernitur, quatenus

tenus in jubare est, sed quatenus inde reflectitur ad oculos nostros. Nam visio non fit, nisi per radios, qui in oculos impingunt. Requiritur igitur materia aliqua reflectens in regione Caudæ, & eâ ratione res redit ad opinionem tertiam. Nam, materia illa reflectens non alibi reperiri debet, quàm in regione Caudæ, ne Coelum totum, luce Solis illustratum, uniformiter splendeat. Opinio secunda multis premitur difficultatibus. Caudæ nunquam variegantur coloribus; qui tamen refractionum solent esse comites inseparabiles. Lux Fixarum & Planetarum, distinctè ad nos transmissa, demonstrat, medium coeleste nullâ vi refractivâ pollere. Nam, quod dicitur Fixas ab *Ægyptiis* comatas nonnunquam visas fuisse, id, quoniam rarissimè contingit, ascribendum est nubium refractioni fortuitæ. Fixarum quoque radiatio & scintillatio ad refractiones, tum oculorum, tum aeris tremuli, referendæ sunt; quippe quæ, admotis oculo Telescopiis, evanescunt. Aeris & ascendentium vaporum tremore fit, ut radii facilè de angusto pupillæ spatio per vices detorqueantur, de latiore autem vitri objectivi aperturâ neutiquam. Inde est, quòd scintillatio, in priore casu generetur, in posteriore verò cesset: & cessatio in posteriore casu demonstrat regularem transmissionem lucis per Coelos, absque omni refractione sensibili. Nequis contendat, quòd Caudæ non soleant videri in Cometis, cum eorum lux non est satis fortis, quia tunc radii secundarii non habent satis virium ad oculos movendos; & propterea Caudas Fixarum non cerni; sciendum est, quòd lux Fixarum plus centum vicibus augeri potest, mediantibus Telescopiis, nec tamen Caudæ cernuntur. Planetarum quoque lux copiosior est, Caudæ verò nullæ: Cometæ autem sæpe caudatissimi sunt, ubi Caput lux tenuis est, & valde obtusa. Sic enim Cometa anni 1680, mense *Decembri*, quo tempore Caput, luce suâ, vix æquabat Stellas secundæ magnitudinis, Caudam emittebat splendore notabili usque ad gradus 40, 50, 60, longitudinis, & ultra: postea, *Jan.* 27 & 28, Caput apparebat, ut Stella septimæ tantum magnitudinis, Cauda verò (luce quidem pertenui, at satis sensibili) longa erat 6, vel 7 gradus; &, luce obscurissimâ, quæ cerni vix

posset, porrigebatur ad gradum usque duodecimum, vel paulò ultra. Sed, & *Ieb.* 9 & 10, ubi Caput nudis oculis videri desierat, Caudam gradus duos longam per Telescopium contemplatus sum. Porro, si Cauda oriretur ex refractione materiæ celestis, &, pro figurâ Coelorum, deflecteretur de Solis oppositione, deberet deflexio illa, in iisdem Coeli regionibus, in eandem semper partem fieri. Atqui Cometa anni 1680 *Decemb.* 28, horâ 8½ p. m. *Londini*, versabatur in λ . 8° . $41'$, cum latitudine boreali 28° . $6'$. Sole existente in λ . 18° . $26'$. Et Cometa anni 1577, *Decemb.* 29, versabatur in λ . 8° . $41'$, cum latitudine boreali 28° . $40'$, Sole etiam existente in λ . 18° . $26'$, circiter. Utroque in casu, Terra versabatur in eodem loco, & Cometa apparebat in eâdem Coeli parte: in priori tamen casu Cauda Cometæ, ex meis & aliorum observationibus, declinabat angulo graduum $4\frac{1}{2}$ ab oppositione Solis, aquilonem versùs; in posteriore verò, ex observationibus TYCHONIS, declinatio erat graduum 21 in austrum. Igitur, repudiâtâ Coelorum refractione, superest ut phænomena Caudarum ex materiâ aliquâ reflectente deriventur. Vapores autem, qui spatiis tam immensis implendis sufficiant, ex Cometarum Atmosphæris oriri posse sic faciliè intelligetur.

Aeris & vaporum immensam esse raritatem in spatiis celestibus: & perexiguam vaporum quantitatem ad phænomena Caudarum sufficere.

Aer juxta superficiem Terræ spatium occupare noscitur quasi 1200 vicibus majus, quàm aqua ejusdem gravitatis; adeoque aeris columna cylindrica pedes 1200 alta, ejusdem est ponderis cum aquæ columnâ pedali latitudinis ejusdem. Columna autem aeris, ad summam Atmosphære assurgens, æquat pondere suo columnam aquæ pedes 33 altam, circiter; & propterea, si columnæ totius aeræ pars inferior pedum 1200 dematur, pars reliqua superior æquabit pondere suo columnam aquæ pedum 32. Igitur, in altitudine pedum 1200, seu stadiorum duorum, est pondus aeris incumbentis minus; atque adeò raritas aeris compressi major, quàm juxta superficiem Terræ in proportionem 33 ad 32. Quo cognito, computare jam licet raritatem aeris per regiones universas (subsidio Corollarii Propositionis XXI. *Libri secundi Principiorum*) ex hypothesi, quòd aeris expansio sit compressioni reciproce propor-

portionalis: comprobata est enim hæc proportio, tum HOOKII, tum aliorum experimentis. Computationem subjunximus in tabulâ sequente; ubi columna prima designat altitudinem aeris in miliaribus, quorum 4000 æquent semidiametrum Terræ; secunda compressionem aeris, seu pondus incumbens; ac tertia raritatem, seu extensionem aeris ejusdem, posito quòd gravitas decrescat in ratione duplicatâ distantiarum à centro Terræ. Latinorum verò characteres numerales hic usurpantur pro cèrto circulatorum numero, ut scribendo 0,XVII 1224 pro 0,000000000000000000001224 & 26956XV pro 26956000000000000000.

A E R I S

Altitudo.	Compressio.	Exporrectio.
0	33	I
5	17,8515	1,8486
10	9,6717	3,4151
20	2,852	11,571.
40	0,2525	136,83
400	0,XVII 1224	26956 XV
4000	0,CV 4465	73907 CII
40000	0,CXCII 1628	20263 CLXXXIX
400000	0,CCX 7895	41798 CCVII
4000000	0,CCXII 9878	33414 CCIX
Infinita.	0,CCXII 6041	54622 CCIX

Ex hac tabulâ liquet aerem in progressu ad superiora rarefieri, ut aeris, qui Terræ proximus est, sphæra diametro digiti unius descripta, & eadem deinceps rarefactione dilatata, in altitudine semidiametri unius Terrestris, impleret omnes Planetarum regiones, adusque sphæram Saturni & longè ultra; atque in altitudine decem semidiametrorum Terrestrium, impleret plus spatii, quàm Cælum universum, (juxta computationem superiorem,) cis Fixas occupat. Et quamvis, ob longè crassiorum Cometarum Atmosphæram,

ram, magnamque vim centripetam circumsolarem, fieri possit, ut aer, in spatiis coelestibus inque Cometarum Caudis, non adeò rarefcat; perexiguam tamen quantitatem aeris & vaporum, ad omnia illa Caudarum phænomena, abundè sufficere ex hac computatione perspicuum est: nam, & Caudarum insignis raritas colligitur ex Astris translucentibus. Atmosphæra terrestris, luce Solis splendens, crassitudine paucorum milliarium, & Astra omnia & ipsam Lunam obscurat & extinguit penitus: per immensam verò Caudarum crassitudinem, luce pariter solari illustratam, Astra minima absque claritatis detrimento translucere noscuntur.

Quo pacto
Caudæ ori-
ri possint
ex Atmo-
sphæris Ca-
pitum.

Ascensum Caudarum ex Atmosphæris Capitum, & progressum in partes à Sole averfas, KEPLERUS ascribit actioni radiorum lucis, materiam Caudæ secum rapientium. Et auram longè tenuissimam, in spatiis liberrimis, actioni radiorum cedere non est à ratione prorsus alienum; non obstante, quòd substantiæ crassæ impeditissimis in regionibus nostris, à radiis sensibilibiter propelli nequeant. Auctor alius particulas tam leves, quàm graves, dari posse existimat, & materiam Caudarum levitare, perque levitatem suam à Sole ascendere. Cùm autem gravitas corporum terrestrium sit, ut materia in corporibus, adeòque, servatâ quantitate materiæ, intendi & remitti nequeat, suspicor ascensum illum ex rarefactione materiæ Caudarum oriri. Ascendit fumus in Camino impulsu aeris, cui innatat. Aer ille, per calorem rarefactus, ascendit ob diminutam gravitatem specificam, & fumum implicatum rapit secum. Quidni Cauda Cometæ ad eundem modum ascenderit à Sole? Nam, radii solares non agitant media, quæ permeant, nisi in reflexione & refractione. Particulæ reflectentes, eâ actione calefactæ, calefacient auram ætheream, cui implicantur. Illa, calore sibi communicato, rarefiet; &, ob diminutam eâ raritate gravitatem suam specificam, quâ priùs tendebat in Solem, ascendet instar fluminis, & secum rapiet particulas reflectentes, ex quibus Cauda componitur: impetu etiam lucis solaris, ut jam dictum est, ascensum promovente.

Easdem ex
his Atmo-
sphæris ori-

Caudas autem à Capitibus oriri, & in regiones à Sole averfas ascendere, confirmatur præterea ex legibus, quas observant. Ut, quòd

quod, in planis orbium Cometarum per Solem transeuntibus ja-
 centes, deviant ab oppositione Solis in eas semper partes, quas
 Capita in orbibus illis progredientia relinquunt. Quod Spectatori
 in his planis constituto apparent in partibus à Sole directè averfis;
 digrediente autem Spectatore de his planis, deviatio paulatim fen-
 titur & in dies apparet major. Quod deviatio, ceteris paribus,
 minor est, ubi Cauda obliquior est ad orbem Cometæ; ut, &
 ubi Caput ad Solem propius accedit. Quod Caudæ non deviantes
 apparent rectæ, deviantes autem incurvantur. Quod curvatura ma-
 jor est, ubi major est deviatio, & magis sensibilis ubi Cauda, ce-
 teris paribus, longior est: nam in brevioribus curvatura ægrè ani-
 madvertitur. Quod deviationis angulus minor est juxta Caput
 Cometæ, major juxta Caudæ extremitatem alteram; atque adeò,
 quod Cauda, convexo fui latere, partes respicit, à quibus fit de-
 viatio, quæque in rectâ sunt lineâ, à Sole per Caput Cometæ,
 in infinitum ductâ. Et quod Caudæ, quæ prolixiores sunt & la-
 tiores & luce vegetiore micant, sunt ad latera convexa paulò
 splendidiores, & limite minùs indistincto terminatæ, quàm ad
 concava. Pendent igitur phænomena Caudæ à motu Capitis, non
 autem à regione Cœli, in quo Caput conspicitur; & propterea,
 non fiunt per refractionem calorum, sed à Capite suppeditante ma-
 teriam oriuntur. Etenim ut, in aere nostro, fumus corporis cu-
 jusvis igniti petit superiora; idque, vel perpendiculariter si cor-
 pus quiescat, vel obliquè si corpus moveatur in latus; ita in Cœ-
 lis, ubi corpora gravitant in Solem, fumi & vapores ascenderè de-
 bent à Sole, uti jam dictum est, & superiora vel rectâ petere,
 si corpus fumans quiescit, vel obliquè, si corpus progrediendo
 loca semper deferit, à quibus superiores vaporis partes ascende-
 rant. Et obliquitas ista minor erit, ubi ascensus vaporis velocior
 est, nimirum in viciniâ Solis & juxta corpus fumanis. Namque,
 ibi potentior est vis illa Solaris, quâ vapor ascendit. Ex obliqui-
 tatis autem diversitate incurvabitur vaporis columnâ; & quia va-
 por in columnæ latere præcedente paulò recentior est, ideò
 etiam is ibidem aliquantò densior erit, lucemque propterea copio-
 sius reflectet, & limite minùs indistincto terminabitur, vapore ad

Is. Newtoni Opuscula. Tom. II.

H

latus

ri docetur
ex ipsarum
variis phæ-
nomenis.

latus alterum paulatim languescere, & ex oculis sensim evanescere.

Cometas
infra or-
bem Mer-
curii quan-
doque def-
cendere
probat
ex Caudis.

TAB. II.
Fig. 8.

Ceterum, rerum naturalium causas reddere non est hujus instituti: vera an falsa fuerint hæc, quæ modò dicta sunt, id saltem in superioribus confecimus, radios à Caudis Cometarum, secundum lineas rectas, per Coelos propagari, adeoque à partibus Coelorum venire, in quibus Caudæ Spectatoribus, ubicumque constitutis, apparent, quæque adeò à Capitibus Cometarum, in regiones à Sole averfas, porriguntur. Et hoc fundamento, limitem denuò Cometarum distantias in hunc modum ponimus. Representet S Solem; T Terram; STA distantiam Cometæ à Sole; & ATB apparentem longitudinem Caudæ. Et, quoniam lux propagatur à termino Caudæ secundum lineam rectam TB , reperietur terminus ille alicubi in linea TB . Sit ipse punctum D ; jungue DS , secantem lineam TA in C . Et, quia Cauda semper opponitur Soli quamproximè, & propterea Sol, Caput Cometæ, & terminus Caudæ jacent in directum, reperietur caput Cometæ in C . Ipsi TB parallelam age SA , occurrentem lineæ TA in A ; & Cometæ Caput C necessariò reperietur inter T & A , eò quòd terminus Caudæ reperitur alicubi in lineâ infinitâ TB , & lineæ omnes SD , quæ ab S ad lineam TB duci possunt, secant lineam TA alicubi inter T & A . Quare Cometa non potest longius abesse à Terrâ, quàm intervallo TA , nec à Sole, quàm intervallo SA ultra Solem, vel ST citra. Exempli gratiâ, Decemb. 12, 1680, Cometa distabat 9^{gr} à Sole, & longitudo Caudæ erat 35^{gr} , ad minimum. Constituatur ergo triangulum TSA , cujus angulus T æquetur distantie graduum 9, & angulus A angulo ATB , seu longitudini Caudæ graduum 35; & erit SA ad ST , id est, limes maximæ possibilis distantie Cometæ à Sole, ad semidiametrum orbis magni; ut sinus anguli T ad sinum anguli A , hoc est, ut 3 ad 11, circiter. Quare Cometa, eo tempore, minùs distabat à Sole, quàm $\frac{3}{11}$ partibus distantie Terræ à Sole, & propterea versabatur, aut intra orbem Mercurii, aut inter orbem illum & Terram. Rursus, Decemb. 21, distantia Cometæ à Sole erat $32\frac{2}{3}^{\text{gr}}$, & longitudo Caudæ 70^{gr} . Ergo, ut sinus $32\frac{2}{3}^{\text{gr}}$ ad si-

num

num 70gr., hoc est, ut 4 ad 7, ita erat limes intervalli inter Cometam & Solem ad distantiam Terræ à Sole; & propterea Cometa nondum excefferat orbe Veneris. *Decemb.* 28, distantia Cometæ à Sole erat 55gr. & longitudo Caudæ 56gr. Ergo, limes intervalli inter Cometam & Solem nondum æquabat distantiam Terræ à Sole; & propterea Cometa nondum excefferat orbe Telluris. Ex parallaxi autem colligitur, quòd excessus ille incidit in *Jan.* 5, circiter, quòdque Cometa descendebat longè infra orbem Mercurii. Concedamus ipsum in Perihelio fuisse *Decemb.* 8, quo tempore cum Sole conjungebatur, & in itinere, à Perihelio ad exitum de orbe Telluris, consumuntur dies 28; adeoque diebus viginti sex, vel septem, sequentibus, quibus oculo inermi videri desit, vix duplicabat distantiam suam à Sole. Iisdem argumentis limitando distantias aliorum Cometarum, pervenitur tandem ad hanc conclusionem, quòd Cometæ omnes, quamdiu se nobis ostendunt, versantur intra spatium sphæricum centro Sole, & intervallo Solis ac Terræ, vel duplicato, vel ad summum triplicato, descriptum.

Versantur igitur Cometæ, toto apparitionis tempore, intra sphæram activitatis vis circumfolaris; adeoque agitantur ipsius impulsu, & propterea (per Coroll. 1. Prop. XI. *Libri I. Princip.*) describunt Conicas Sectiones, umbilicos habentes in centro Solis; &, radiis ad Solem ductis, conficiunt areas proportionales temporibus. Nam, vis illa in immensum propagata reget motus corporum longè ultra orbem Saturni.

Ceterum de Cometis Hypothesis est triplex: eos, vel generari & interire, quoties apparent & evanescunt; vel, de Fixarum regionibus venientes præterire Systema nostrorum Planetarum; vel denique, circa Solem in orbibus valde excentricis perpetuò revolvi. Casu primo, Cometæ, pro variâ suâ velocitate, movebuntur in Sectionibus quibuscunque conicis; secundo, movebuntur in Hyperbolis; utroque, indifferenter frequentabunt regiones omnes tam Polorum, quàm Eclipticæ; tertio, motus peragentur in Ellipsis valde excentricis, & ad speciem Parabolarum quamproximè accedentibus; orbes autem, si lex Planetarum

Cometas moveri in Sectionibus conicis umbilicum habentibus in centro Solis; &, radiis ad centrum illud ductis, areas describere temporibus proportionales.

Sectiones illas conicas esse Parabolis finitimas. Id ex velocitate Cometarum colligitur.

servetur, haud multum divaricabunt à plano Eclipticæ. Et, quantum hætenus animadvertere potui, casus tertius obtinet. Nam, Cometæ maximè frequentant Zodiacum, & vix unquam pertingunt ad latitudinem heliocentricam graduum quadraginta. Moventur etiam in Orbibus quamproximè parabolicis, uti colligo ex eorum velocitate. Nam velocitas, quâ Parabola describetur, est ubivis ad velocitatem, quâ Cometa, vel Planeta, in circulo ad eandem à Sole distantiam revolvitur posset, in dimidiatâ ratione numeri binarii ad unitatem (per Coroll. 7. Prop. XVI.) Et, meo quidem calculo, talis, i circiter, reperta est Cometarum velocitas. Rem examinavi colligendo, præterpropter, velocitates ex distantis, ac distantias ex parallaxi & phænomenis Caudæ conjunctim. Errores in velocitatis excessu, vel defectu, haud majores obvenere, quàm qui, ex erroribus in distantis eâ ratione collectis, oriri potuerint. Sed & usus sum hujusmodi ratiocinio.

Quanto
tempore
Cometæ
in Trajec-
toriis Pa-
rabolicis
percurrant
Orbem
magnum.

Diviso Orbis magni radio in partes mille, designent numeri, in tabulæ sequentis columnâ primâ, distantiam verticis Parabolæ à centro Solis in his partibus; & Cometa, temporibus in columnâ secundâ expressis, movebitur à Perihelio ad superficiem sphaeræ, quæ, centro Sole, & radio Orbis magni, describitur, & temporibus in Coroll. 3, 4, & 5, expressis duplicabit, triplicabit, & quadruplicabit eandem suam à Sole distantiam.

TAB.

T A B. I.

Distantia
inter cen-
trum Solis
& Perihe-
lium Co-
metæ.

Tempus transitus Cometæ à Perihelio ad distantiam à Sole
Radio Orbis magni.

	Æqualem.	Duplicato æqualem.	Triplicato æqualem.	Quadruplicato æqualem.
	dies hor. min.	dies hor. min.	dies hor. min.	dies hor. min.
0	27. 11. 12	77. 16. 28	142. 17. 14	219. 17. 30
5	27. 16. 7	77. 23. 14		
10	27. 21. 0	78. 6. 24		
20	28. 6. 40	78. 20. 13	144. 03. 19	221. 8. 54
40	29. 1. 32	79. 23. 34		
80	30. 13. 25	82. 4. 56		
160	33. 5. 29	86. 10. 26	153. 16. 8	232. 12. 20
320	37. 13. 46	93. 23. 38		
640	37. 9. 49	105. 1. 28		
1280	106. 06. 35	200. 6. 43	297. 3. 46
2560	147. 22. 31	300. 6. 03

Quo tempore Cometa ingreditur sphæram Orbis magni, vel de eadem egreditur, innotescit, præterpropter, ex parallaxi; expeditius autem per hanc Tabulam.

Quo tem-
pore Co-
metæ in-
grediuntur
Orbem
magnum,
& egre-
diuntur
eodem.

T A B. II.

Distantia appa-
rens Cometæ à
Sole.

Cometæ motus apparens diur-
nus in Orbe suo.

Distantia Cometæ
à Terrâ in parti-
bus, quarum 1000
sunt Radius Orbis
magni.

	Directus. gr. min.	Retrogradus. gr. min.	
gr.			
60	2. 18	0. 20	1000
65	2. 33	0. 35	845
70	2. 55	0. 57	684
72	3. 7	1. 9	618
74	3. 23	1. 25	551
76	3. 43	1. 45	484
78	4. 10	2. 12	416
80	4. 47	2. 49	347
82	5. 45	3. 47	278
84	7. 18	5. 20	209
86	10. 27	8. 19	140
88	18. 37	16. 39	70
90	Infîn.	Infîn.	00

H 3

Inci-

Quâ velo-
citate Co-
metæ anni
1680 Or-
bem mag-
num tra-
jecerint.

Incidit ingressus, vel egressus, in tempus distantiae Cometæ à Sole, in Columnâ primâ è regione motûs diurni expressæ. Sic, anno 1681 *Jan. 4. st. v.*, motus diurnus apparens Cometæ in Orbe ipsius erat quasi $38^{\circ} 5'$. Huic respondens distantia est $71\frac{2}{3}^{\circ}$. Et assecutus est Cometa hanc à Sole distantiam, *Jan. 4.* circa horam sextam pomeridianam. Rursus, anno 1680, *Novembris 11*, Cometæ, qui tunc apparuit, motus diurnus erat quasi $4\frac{2}{3}^{\circ}$, & huic respondens distantia $79\frac{2}{3}^{\circ}$ incidit in *Novemb. 10*, paulò ante mediam noctem. Hisce quidem temporibus Cometæ assecuti sunt distantiam, quam habuit Terra à Sole, & Terra jam ferè in Perihelio versabatur. Computata est autem tabula prior pro mediocri distantia Terræ à Sole, assumptâ partium 1000, & major est hæc distantia intervallo, quod Terra, quasi spatio diei unius, motu suo annuo, vel Cometa, spatio horarum 16, motu suo percurrere potest. Ut Cometa reducatur ad mediocrem hanc distantiam partium 1000, addantur tempori priori, & auferantur posteriori, horæ sexdecim, & tempus prius evadet *Jan. 4*, horâ vespertinâ 10; posterius *Novemb. 10*, horâ matutinâ 6, circiter. Ex motuum diurnorum tenore & progressu colligitur, quòd conjungebatur Cometa uterque cum Sole inter *Dec. 7*, & *Dec. 9*. Inde ad *Jan. 4*, hor. 10 vesp. ex unâ parte, & *Nov. 10*, hor. 6 mat. ex alterâ, sunt dies quasi 28. Atque tot dies (per tab. I.) in Trajectoriis parabolicis consumi debebant.

Cometas
hosce non
fuisse
duos, sed
unum &
eundem
Cometam.
Quo Orbe,
& quâ ve-
locitate
hic Cœlos
trajecit,
docetur
exactius.

Ceterum, ex coincidentia Periheliorum, & velocitatum consensu, verisimile fit, Cometas hosce, quos ut duos jam consideravi, non duos fuisse, sed unum & eundem Cometam. Eâ lege Orbita hujus Cometæ, vel Parabola erit, vel Consectio à Parabola parum discrepans, & superficiem Solis propemodum tanget in vertice. Namque, ex tabula II., distantia Cometæ à Terrâ erat *Novemb. 10*, partium 360, circiter, & *Jan. 4*, partium 630, circiter. Inde, & ex longitudinibus & latitudinibus Cometæ, colligitur distantiam locorum à se invicem, in quibus Cometa tunc versabatur, fuisse partium quasi 280. Hujus dimidium 140 est ordinatim applicata ad Orbitam Cometæ abscindens partem axis ejus radio Orbis magni, seu partibus 1000, æqualem, cir-

circiter. Et inde, dividendo quadratum ordinatæ 140, per axis partem abscissam 1000, invenietur latus rectum 19. 6, seu numero rotundo 20: cujus pars quarta, 5, est distantia inter verticem Orbitæ & centrum Solis. Distantiæ partium 5, in tabulâ primâ, congruunt dies 27, horæ 16, min. 7. Tanto igitur tempore Cometa conficiet iter in Orbe parabolico inter Perihelium suum, & superficiem sphæricam Orbis magni, radio partium 1000, descripti; atque adeò tempus illud duplicatum, seu dies 55 & horas $8\frac{1}{4}$, consumet motu suo toto intra orbem magnum. Atque ita se res habet. Namque, à *Novemb.* 10, hor. 6 mat., quando Cometa hunc Orbem ingressus est, ad *Jan.* 4, hor. 10 vesp., quando is eodem egressus est, sunt dies 55 & horæ 16. Differentia horarum $7\frac{3}{4}$ in rudi hocce computo contemnenda est, & fortè ex motu paulò tardiùs in orbitâ ellipticâ confecto oriri potest. Inter ingressum & egressum, tempus medium incidit in *Decem.* 8. hor. 2. mat. Igitur hoc tempore debuit Cometa reperiri in Perihelio. Et ecce HALLEJUS hoc ipso die proximè ante ortum Solis Caudam perbreve, latam, & fulgentissimam, uti diximus, ex Horizonte perpendiculariter surgentem vidit. Ex situ Caudæ colligitur Cometam jam prætergressum fuisse Eclipticam, & latitudinem borealem habuisse; adeoque Perihelium, quod ex alterâ parte Eclipticæ jacebat, jam tum præterisse; nondum tamen pervenisse ad meridianum Solis. Inter Perihelium, itaque, & conjunctionem Solis Cometa jam consistens, versabatur ante horas paucas in Perihelio. Namque, in tantâ Solis viciniâ, moveri debuit celerrimè, & singulis horis gradus ferè dimidios apparenter percurrere.

Similibus computis colligo, quodd Cometa anni 1618 ingressus erat sphæricum limitem Orbis magni *Decem.* 7, ad Solis occasum. Incidit autem ipsius conjunctio cum Sole in *Novemb.* 9, vel 10, circiter; dies intercedunt quasi 28, ut in Cometâ superiore: nam, & ex Caudæ magnitudine, quâ par fuit Cometæ superiori, verisimile est ipsum pariter propemodum rasisse Solare corpus. Fulserunt hoc anno Cometæ quatuor, quorum hic fuit ultimus: secundum, qui primò conspectus est in viciniâ Solis

Quâ velocitate Cometa movetur, docetur pluribus exemplis;

lis orientis *Octob.* 31, & mox sub radiis Solaribus evanuit; suspicor eundem fuisse cum quarto, qui de radiis Solaribus emerfit circa *Novemb.* 9. His adde, quòd Cometa anni 1607 sphæram orbis magni ingressus fuit *Sept.* 14. *st. vet.*, & accessit ad minimam suam à Sole distantiam circa *Octob.* 19; dies intercedunt 35. Distantia illa Perihelii à Sole subtendebat angulum apparentem quasi 23^{gr.} ad Terram, adeòque erat partium 390: tot autem partibus in tab. I. respondent dies 34, circiter. Porro, Cometa anni 1665 in sphæram Orbis annui intrabat circa *Mart.* 17, & ad Perihelium accedebat circa *Apr.* 16; intercedentibus diebus 30. Distantia inter Perihelium & Solem subtendebat angulum quasi 78^{gr.} ad Terram, adeòque erat partium quasi 122: & his partibus in tab. I. respondent dies 30. Rursus, Cometa anni 1682 intrabat in sphæram Orbis magni circa *Aug.* 11, & in Perihelio versabatur circa *Sept.* 16, à Sole tunc distans intervallo partium quasi 350, quibus, in tab. I., congruunt dies 33½. Quinetiam, celebris ille Regiomontani Cometa, qui anno 1472, per regionem poli borealis trajiciendo, confecit uno die iter graduum quadraginta, limitem orbis magni ingrediebatur *Jan.* 21, quo tempore polum præteribat, & inde properans ad Solem occultabatur sub radiis Solaribus in ultimis diebus *Februarii*. Unde verisimile est, quòd dies triginta, aut paulò plures consumpti sint inter ingressum illum & Perihelium Cometæ, quòdque adeò Cometa iste revera non celerior fuerit aliis Cometis, neque aliunde, quàm ex transitu suo per viciniam Terræ, tantam affecutus sit celeritatem apparentem.

Proponi-
tur inven-
tio Tra-
jectoriæ
Cometa-
rum.

Est igitur Cometarum velocitas, quatenus ea per hujusmodi computationes nimium rudes definiri queat, ea ipsa, quæcum Parabolæ, vel his affines Ellipses, describi debeant: & propterea ex datâ inter Cometam & Solem distantia datur quamproximè. Et hinc oritur Problema tale.

PRO-

P R O B L E M A.

Datur relatio inter velocitatem Cometæ & distantiam ipsius à centro Solis; requiritur Trajectoria.

Soluto autem hoc Problemate, habebitur tandem methodus determinandi Trajectorias Cometarum quàm exactissimè. Nam, si relatio illa bis assumatur, & inde Trajectoria bis computetur, deinde ex observationibus inveniatur error Trajectoriæ utriusque; potest assumptio, per regulam falsæ positionis, corrigi, & sic tertia inveniri Trajectoria, quæ cum observationibus planè congruet. Et, hac methodo determinando Cometarum Trajectorias, sciri tandem potest exactius quasnam regiones hæc Corpora percurrunt, quantæ sint eorum velocitates, cujus generis Trajectorias describunt, & quænam sint Caudarum veræ magnitudines & formæ, pro variis Capitum distantiis à Sole. Quin etiam sperandum est, quòd hac methodo sciri tandem possit, utrùm Cometæ statis temporibus in orbem redeant, & quibus temporum periodis revolutiones singulorum compleantur. Solvitur autem Problema, colligendo primùm ex tribus, vel plusibus, observationibus motum horarium Cometæ ad tempus datum, deinde ex hoc motu Trajectoriam derivando. Sic, pendet inventio Trajectoriæ ab unica observatione, motuque horario, tempore illius observationis; atque adeò seipsam vel probabit, vel redarguet: nam conclusio, quæ, ex motu horæ unius & alterius, & hypothesi falsâ, deducitur, nunquam congruet cum motibus Cometarum à principio ad finem. Methodus computationis totius ita se habet.

L E M M A I.

In Proble-
matis solu-
tionem
præmit-
tuntur
Lemmata.

*Datas positione duas rectas OR, TP, tertiâ RP ad rectum an-
gulum TRP secare, eâ lege ut, si ad datum aliquod pun-
ctum S ducatur recta SP, datum sit contentum Solidum
sub ductâ illâ SP & quadrato rectæ OR terminate ad
datum punctum O.*

TAB. II.
Fig. 9.

Confit graphicè sic. Sit contentum illud datum $M^2 \times N$.
Ad rectæ OR punctum quodvis r erige perpendiculum rp
occurrentes ipsi TP in p . Et per puncta S, p , age Sq æqualem
 $\frac{M^2 \times N}{OR^2}$. Simili Methodo, age tres, vel plures, rectas $S2q$,
 $S3q$, &c., & per puncta omnia q , $2q$, $3q$ acta linea regularis q
 $2q$ $3q$ secabit rectam TP in puncto P, à quo demittendum est
perpendiculum PR. Q. E. F.

Trigonometricè sic. Assumatur linea novissimè inventa TP,
& inde in triangulis TPR, TPS dabuntur perpendicula TR,
SB, & in triangulo SBP latus SP, & error $\frac{M^2 \times N}{OR^2} - SP$.

Fac ut error iste, puta, D sit ad errorem novum, puta, E, ut error
 $2p\ 2q \pm 3p\ 3q$ ad errorem $2p\ 3p$, vel error $2p\ 2q \pm D$ ad
errorem $2p\ P$; & error ille novus additus vel subductus longitudi-
ni TP dabit longitudinem correctam $TP \pm E$. Electio addi-
tionis vel subductionis inspectione Schematis dirigitur. Siquando
opus fuerit ulteriore correctione, operationem repete.

Arithmeticè sic. Puta factum; sitque lineæ TP, graphicè in-
ventæ, correctæ longitudo $TP + e$; & correctæ longitudes li-
nearum OR, BP, & SP, erunt $OR - \frac{TR}{TP}e$, $BP + e$, &

$$\sqrt{SP^2 + 2BP e + ee} = \frac{M^2 \times N}{OR^2 - \frac{2OR \times TR}{TP}e + \frac{TR^2}{TP^2}e^2} \quad \text{Unde, per me-}$$

tho-

thodum serierum convergentium, fit, $SP + \frac{BP}{SP} e + \frac{\overline{SB}^2}{2SP^2} ee$, &c.
 $= \frac{M^2 N}{OR^2} + \frac{2TR}{TP} \times \frac{M^2 N}{OR^2} e + \frac{3\overline{TR}^2}{TP^2} \times \frac{M^2 N}{OR^2} ee$, &c. Pro datis $\frac{M^2 N}{OR^2}$.
 $-SP, \frac{2TR}{TP} \times \frac{M^2 N}{OR^2} - \frac{BP}{SP}, \frac{3\overline{TR}^2}{TP^2} \times \frac{M^2 N}{OR^2} - \frac{\overline{SB}^2}{2SP^2}$, scribe $F, \frac{F}{G},$
 $\frac{F}{GH}$, &, signis probè observatis, fiet $F + \frac{F}{G} e + \frac{F}{GH} ee = 0$,
 & $e + \frac{ee}{H} = -G$. Hinc, neglecto termino perexiguo $\frac{ee}{H}$, pro-
 dit $e = -G$. Si error $\frac{ee}{H}$ non est contemnendus, pone $-G$
 $-\frac{GG}{H} = e$.

Et nota, quòd his insinuat Methodus generalis solvendì diffi-
 cilia Problemata, tam Trigonometricè, quàm Arithmeticè,
 absque perplexis illis computis & resolutionibus affectarum æqua-
 tionum, quæ hactenus in usu fuerunt.

LEMMA II.

Datas positione tres rectas quartâ secare, cujus partes interceptæ datam habeant proportionem ad invicem, quæque transeat per punctum, quod in unâ earum datur.

DEntur positione AB, AC, BC , & in AC detur punctum D . TAB. II;
 Ipsi AB agatur parallela DG occurrens BC in G ; capia- Fig. 10,
 tur GF ad BG in datâ illâ ratione, & agatur FDE : Erit FD
 ad DE ut FG ad BG . $Q. E. F.$

Trigonometricè sic. In triangulo CGD dantur anguli & latus
 CD , & inde latera reliqua, & ex datis rationibus dantur lineæ GF
 & BE .

L E M M A III.

Ad datum tempus invenire & graphicè exponere motum horarium Cometae.

TAB. II.
Fig. II.

EX observationibus probæ fidei dentur tres Longitudines Cometæ. Sunt hæc differentiæ ATR , RTB , & requiratur motus horarius ad tempus observationis longitudinis intermediæ TR . Ducatur, (per Lemma II.) recta ARB , cujus partes interceptæ AR , RB sint, ut tempora inter observationes. Et, si corpus tempore toto totam percurrat lineam AB uniformiter, & interea spectetur de loco T , is erit motus ejus apprensus circa punctum R , qui fuit Cometæ tempore observationis TR , quamproximè.

Idem accuratius.

DEntur longitudines hinc inde magis distantes Ta , Tb ; &, (per Lemma II.,) ducatur aRb , cujus partes aR , Rb sint, ut tempora inter observationes aTR , RTb . Secet hæc lineas TA , TB , in D , & E ; &, quoniam error inclinationis TRa crescit quasi in duplicatâ ratione temporis inter observationes, age FRG , eâ lege, ut, vel angulus DRF ad angulum ARF , vel linea DF ad lineam AF fit in duplicatâ ratione temporis totius inter observationes aTb ad tempus totum inter observationes ATB , atque loco lineæ AB superius inventæ usurpetur linea jam inventa FG .

Convenit angulos ATR , RTB , aTA , BTb haud minores adhiberi, quàm decem, vel quindecim graduum, ac tempora ipsis respondentia haud majora, quàm dierum octo, vel duodecim, atque longitudines capi ubi Cometa celerrimè movetur. Hoc enim pacto errores observationum minorem habebunt rationem ad differentias longitudinum.

L E M-

LEMMA IV.

Ad data tempora invenire longitudes Cometæ.

FIT capiendò in linea FG distantias Rr , R temporibus proportionales, & ducendo lineas Tr , Tg . Operatio trigonometrica palàm est.

LEMMA V.

Invenire latitudines.

AD radios TF , TR , TG erigantur normaliter tangentes observatarum latitudinum Ff , RP , Gg . Ipsi fg parallela ducatur PH . Huic occurrentia perpendiculara rp , $g\pi$, tangentes erunt latitudinum quæsitæ ad radios Tr , Tg .

PROBLEMA I.

Ex assumptâ ratione velocitatis determinare Trajectoriam Cometæ.

Designent S Solem; ι , T , γ loca tria æquidistantia Telluris in ipsius Orbitâ; p , P , π loca totidem respondentia Cometæ in ipsius Trajectoriâ, interpositis inter singula intervallis horæ unius; pr , PR , πg , perpendiculara demissa ad planum Eclipticæ, & rRg vestigium Trajectoriæ in hoc plano. Jungantur Sp , SP , $S\pi$, SR , ST , ιr , TR , γg , TP , & coeant ιr , γg in O : Converget TR ad idem O quamproximè, error saltem contemnendus erit. Per Lemmata præcedentia dantur anguli rOR , ROg , & proportiones pr ad ιr , PR ad TR , πg ad γg . Datur etiam figura $\iota T\gamma O$ magnitudine & positione, unâ cum distantia TS & angulis STR , PRR , STP . Assumamus velocitatem Cometæ in loco P esse ad velocitatem Planetæ gyrantis in circulo ad eandem à Sole distantiam SP , ut v

Solvitur
Problema.
TAB. II.
Fig. 12.

ad 1, & determinanda erit linea pP_{π} hac lege, ut sit spatium à Cometâ duabus horis descriptum p_{π} , ad spatium $v \times t_1$, hoc est, ad spatium, quod Tellus eodem tempore describit multiplicatum per numerum v , in dimidiatâ ratione distantiae Telluris à Sole ST ad distantiam Cometæ à Sole SP ; utque sit spatium pP horâ primâ à Cometâ descriptum ad spatium P_{π} horâ secundâ à Cometâ descriptum, ut velocitas in p ad velocitatem in P ; hoc est, in dimidiatâ ratione distantiae SP ad distantiam Sp , si-ve in ratione $2SP$ ad $SP + Sp$. Minutias enim toto hoc opere negligo, quæ errorem sensibilem creare nequeunt.

Imprimis igitur, ut in resolutione æquationum affectarum Mathematici primâ vice radicem conjecturâ colligunt, sic, in hoc opere analytico, conjecturam faciendo assequor, ut possim, distantiam quæsitam TR ; &, (per Lemma II,) duco r_{ρ} , primùm ita ut rR & R_{ρ} æquantur; deinde, (ubi proportio SP ad Sp hinc innotuerit) ita ut sit rR ad R_{ρ} , uti $2SP$ ad $Sp + SP$, & invenio rationes linearum p_{π} , r_{ρ} , & OR ad invicem. Ponatur esse M ad $v \times t_1$, ut OR ad p_{π} ; &, ob proportionalia $\overline{p_{\pi}^2} : \overline{v \times t_1^2} :: ST : SP$, erit, ex æquo, $\overline{OR^2} : M^2 :: ST : SP$, adeòque contentum Solidum $Ok^2 \times SP$ æquale dato $M^2 \times ST$. Unde, si triangula STP , PIR , jam locentur in eodem plano, dabuntur TR , TP , SP , PR , (per Lemma I.) Hæc omnia perago primùm graphicè, opere celeri & rudi; dein graphicè, majori cum diligentia; ultimò per computationem numericam. Tum, denuo situm linearum r_{ρ} , p_{π} , determino accuratissimè unâ cum nodis & inclinatione plani Sp_{π} ad planum Eclipticum, inque plano illo Sp_{π} , (per Prop. xvi. Libri I. *Princip. Math.*) describo Trajectoriam, in quâ corpus movebitur emissum de dato loco P secundùm datam rectam p_{π} , eâ cum velocitate, quæ sit ad velocitatem Telluris, ut p_{π} ad $v \times t_1$. Q. E. F.

PROBLEMA II.

Assumptam velocitatis rationem & inventam Trajectoriam corrigere.

ADhibeatur observatio Cometæ sub finem motûs, aliave aliqua quàm longissimè distans ab observationibus priùs adhibitis; & radii, qui in illà observatione ad Cometam ducitur, planique Sp_{π} quæraturs intersectio, ut & locus Cometæ in Trajectoriâ ad tempus illius observationis. Si intersectio ista incidit in hunc locum, argumento est Trajectoriam rectè inventam esse. Sin minùs; sumendus erit novus numerus v , & Trajectoria nova invenienda; dein locus Cometæ in hac Trajectoriâ tempore observationis illius probatoriæ, & intersectio radii cum plano Trajectoriæ determinandi, ut priùs. Et ex variatione erroris, collatâ cum variatione aliarum quantitatum, colligetur per regulam auream, quantæ debeant esse variationes, seu correctiones illarum aliarum quantitatum, ut error evadat quàm minimus. Quibus adhibitis correctionibus habebitur Trajectoria exactè satis; posito quòd computatio innixa fuit observationibus exactis, quòdque non multum erratum fuit in assumptione quantitatis v . Nam, si multum erratum fuit, iterandum est opus, eousque dum Trajectoria inveniatur exactè satis. *Q. E. F.*

F I N I S.



OPUS-

OPUSCULUM XVIII.
ISAACI NEWTONI;
EQUITIS AURATI
IN
ACADEMIA CANTABRIGIENSI
Matheseos olim Professoris Lucasiani
LECTIONES OPTICÆ,

Annis MDCLXIX, MDCLXX & MDCLXXI.

In Scholis publicis habita, & ex MSS. edita

LONDINI: An. 1729.

Is. Newtoni Opuscula. Tom. II.

R



OPTICÆ

PARS PRIMÆ.

De Radiorum Lucis Refractionibus.

SECTIO PRIMÆ.

I.

Radiorum diversam esse refrangibilitatem.



INVENTIO Telescopiorum nupera plerosque Geometras ita exercuit, ut nihil in Opticâ non tritum, nullum inventioni præterea locum aliis reliquisse videantur. Et insuper, cum Dissertationes, quas hic, non ita pridem, audivistis, tantâ rerum opticarum varietate, novarum copiâ, & accuratissimis earundem demonstrationibus fuerint compositæ; frustranei fortè videantur conatus, & labor inutilis, si ego Scientiam hanc iterum

Pars I.
Sectio I. rum tractandam suscepero. Verùm, cùm Geometras in quâdam Lucis proprietate, quæ ad Refractiones spectat, hucusque hallucinantes videam, demonstrationes suas in hypothesi quâdam physica haud bene stabilitâ tacitè fundantes; non ingratum me facturum judico, si principia Scientiæ hujus examini severiori subjiciam, &, quæ ego de iis simul excogitavi, & experientiâ multiplici habeo comperta, subnectam iis, quæ Reverendus meus Antecessor hic loci postrema dixit.

Imaginantur Dioptrices studiosi, quòd Perspicilla ad quemlibet perfectionis gradum perducì possent, modò vitris, dum perpoliuntur, geometricam, quam vellènt, figuram communicare concederetur; & in eum finem instrumenta varia fuere excogitata, quibus vitra in figuras hyperbolicas, vel etiam parabolicas, contererentur. Sed exacta istarum figurarum fabricatio nemini hucusque successit: scilicet aratur litus; &, ne labores suos in negotio desperato diutiùs infamant, iis polliceri audeo, quòd, licèt omnia fierent feliciter, nihil minùs tamen, quàm votis suis responderent. Etenim vitra, licèt efformentur secundùm figuras in istum finem optimas, quæ possunt excogitari; tamen non duplò plùs præstabunt, quàm sphæricæ æquali politurâ perfectæ. Hæc autem non ideo loquor, quasi peccatum esse à Scriptoribus Optices contenderem; illi enim omnia, pro intentione demonstrationum suarum, accuratè quidem & verissimè dixerunt; sed aliquid tamen, idque maximi momenti, reliquerunt Posteris inveniendum; scilicet in Refractionibus irregularitatem quandam reperio, quæ omnia perturbat, & non solùm efficit, ut figuræ conicarum Sectionum sphæricas non multùm superent, sed etiam, ut sphæricæ multò minus præstent, quàm præstarent, si dicta Refractio esset uniformis.

Itaque in Dioptricâ pedem figo; non, ut eam pertractarem de integro, sed tantùm, ut hanc de naturâ Lucis proprietatem rimarer primò; deinde, ut ostenderem, quantum ex hac proprietate perfectio Dioptrices impeditur; & quo pacto incommodum istud, quatenus natura rei finit, devitetur. Ubi & nonnulla proferam, quæ ad Telescopiorum juxta & Microscopiorum, tum theoriam

riam, tum praxin spectant; ostendens, quòd Optices summa perfectio, præter opinionem receptam, ex Dioptricâ & Catoptricâ mixtis * petenda est. Ac interea discrimen Colorum, & eorum genesin à Prismatibus, & corporibus etiam coloratis, fusè explicabo.

De Radiorum Diver-
sâ Refrangibilitate,

II.

Quòd omnium Radiorum non sit eadem Refrangibilitas.

De Luce itaque compertum habeo, quòd Radii ejus, quoad quantitatem Refractionis, ab invicem differant. Ex iis, qui omnes habent eundem angulum Incidentiæ, alii angulum Refractionis aliquantò majorem, alii minorem habebunt. Plenioris illustrationis gratiâ, sit EFG (*Fig. 1.*) superficies quælibet refringens, puta, vitrea, & ducatur quævis OF huic occurrens in F, & cum eâ efficiens angulum OFE acutum. Concipe etiam Radios solares per istam lineam OF sibi continuò successivos fluere, ita ut alii post alios in punctum F impingant, ibidemque in medium densius refringantur; vel, si mavis, finge parallelos Radios indefinitè parum distare ab OF, & incidere in puncta ipsi F vicinissima. Jam, ex opinione receptâ, hi Radii, eandem habentes Incidentiam, eandem quoque Refractionem omnes habere debent, puta, in lineam FR. At contrarium compertum habeo; scilicet, quòd, postquam refringuntur, divergant ab invicem, quasi quidam refringerentur in lineam FP, alii in lineam FQ, & alii in lineas FR, FS, & FT, ac alii etiam innumèri per spatia intermedia, ut & ultrà citràque nonnulli pervagantes, prout Rádus quilibet ad Refractionem majorem, minoremve patiendum sit aptus. Invenio præterea, quòd Radii FP, maximè refracti, Colores purpureos producant, & illi FT, minimè refracti, rubros; qui autem, hinc intermedii, FQ, FR, FS, pergunt, Colores intermedios, nempe, cæruleos, virides, & flavos generant: & sic Radii, prout apti sunt, ut alii aliis magis atque magis refringantur,

K 3

tur,

* Ut in Telescopio Cata - dioptrico. Vid. *Transact. Philos. No. 81* & NEWTONI *Opticæ* Lib. 1. Part. 1. Prop. VII. & VIII.

Pars I. tur, hos ordine Colores, rubrum, flavum, viridem, cæruleum,
Sectio I. & purpureum generant, unà cum omnibus intermediis, quos in Iride liceat conspicerere; unde productio Colorum Prismatici & Iridis facillè patebit. Sed, his jam perfunctoriè notatis, quæ de Coloribus dicenda sunt, in posterum differam.

III.

Probaturn, experimento vulgari, per longitudinem imaginis solaris refractæ.

TAB. I. Sententia nostrâ de hac re sic breviter explicatâ, ne putetis fabulas pro veris enarratas esse, rationes & experimenta, quibus isthæc innituntur, continuò proferam. Et, quoniam experimentum quoddam Prismatici valdè obvium mihi primò dedit occasionem excogitandi reliqua, istud primùm explicabo. Sit F (*fig. 2.*) foramen aliquod in pariete, vel fenestrâ cubiculi, per quod Radii solares OF trajiciantur, reliquis ubique foraminibus diligenter obturatis, ne Lux alibi ingrediatur. Ista autem obscuratio cubiculi non est prorsus necessaria, sed efficit tantùm, ut experimentum evadat aliquantò evidentius. Deinde Prisma triangulare vitreum AaBbCc ad foramen istud applicetur, quod Radios OF per se trajectos refringat versùs PYTZ, quos Radios, opposito pariete, vel papyro aliquâ, ad distantiam à Prismate satis magnam objectâ, terminatos, videbis in figuram PYTZ valdè oblongam efformari, cujus nempe longitudo PT sit quadruplex latitudinis YZ & ampliùs. Et hinc evinci certò videtur, quòd Radiorum æqualiter incidentium alii majorem aliis Refractionem patiuntur. Nam, si contrarium esset verum, prædicta Solis imago appareret ferè orbicularis, &, in quâdam positione Prismatici, ad sensum orbicularis conspiceretur; id, quod contra omnem experientiam est. Quocunque enim situ Prisma disposui, nunquam tamen potui efficere, quin longitudo imaginis esset latitudinis plusquàm quadrupla; angulo scilicet Prismatici ACB, vel acb existente graduum, plus minùs, sexaginta.

IV.

IV.

Casus , in quo Radii æquè refrangibiles faciunt imaginem orbicularem.

Quòd autem datur quædam Prismatis positio , in quâ imago Solis , ex opinione de Refractionibus receptâ , appareret orbicularis , sic ostendo. Juxta foramen , in fenestrâ cubiculi factum , Prisma collocetur foras ; vel , quod eòdem recidit , sit EG (fig. 3.) corpus aliquod opacum citrà Prisma locatum , in quo sit F foramen indefinitè parvum & orbiculare , per quod Radii refracti in parietem directè oppositum , ad imaginem PYTZ ibi depingendam , trajiciantur ; & ponatur ABC esse planum secans Aa c C , Bb c C , plana refringentia , perpendiculariter , atque etiam transiens per foramen F , ut & per centrum Solis DIHV , quem bisecet secundùm diametrum ejus DH , à cujus extremitatibus Radii DK & HN , in eodem plano jacentes , adveniant , qui , postquàm refringuntur , (DK in K n , & n T , atque HN in N k , & k P) utrinque pergant per centrum foraminis F ; & præterea sit talis inclinatio Prismatis ad istos Radios , ut anguli AKD & BkF fiant æquales. Deinde sit IV alia Solis diameter prædicto plano ABC perpendicularis , à cujus extremitatibus alii duo Radii VL , & IM adveniant ; alter IM cis planum ABC , qui refringatur in Ml , & lY ; alter verò VL ultra planum istud , qui refringatur in Lm , & mZ , & prædicti quatuor Radii sese omnes decussent in medio foraminis F. Denique ponatur , quòd imago lucida PYTZ foramen directè respiciat , ita scilicet ut FP , & FT , item FY , & FZ æquales fiant. Dico jam , quòd , in istâ positione Prismatis , anguli PFT , ac YFZ æquales essent , supposito Radios omnes æquè refringi , qui eundem habent angulum Incidentiæ , & proinde , quòd imago ista , sensui saltem , deberet esse orbicularis ; utpote cujus diametri PT & YZ sese decussant perpendiculariter , & æquales istos angulos subtendunt.

V.

V.

Demonstratio casus istius. PARS I.

*Pars I.
Sectio.*

Angulos autem istos PFT, & YFZ æquales esse sic demonstro. Concipe Radium aliquem à P per k , & N retrocedere, dum alius Radius pergit à D, per K & n ; itaque, cum anguli AKD, & B k F supponantur æquales, erunt etiam anguli, per primas Refractiones facti, AK n , & B k N, æquales; unde triangula CK n , & C k N erunt similia, & eorum anguli externi k NA, K n B æquales; & proinde anguli, per secundas Refractiones facti, ANH, & B n F, sunt æquales. Quare, cum anguli AKD, & B k F, item ANH, & B n F sint æquales, eorum differentię erunt etiam æquales; hoc est, angulus n F k , sive PFT, æqualis angulo, quem Radii DK, & HN comprehendunt, sive diametro solari. Quare, cum demonstratum fuerit, quod angulus YFZ æquatur eidem diametro, liquebit propositum. Istud autem ut fiat, Theorema quoddam, more Lemmatis, præsternendum est.

VI.

LEMMA ad secundam partem.

TAB. II. Sint duo plana (*fig. 4.*) ABCD, & EFGH fibimet perpendicularia, quorum communis intersectio sit KL; & sit IP Radius quilibet, qui, in planum ABCD incidens ad punctum P, ab eo refringitur in PR; Dico, quod sinus anguli, quem Radius incidens IP efficit cum plano perpendiculari FH, sit ad sinum anguli, quem Radius refractus PR efficit cum eodem plano, sicut sinus Incidentię ad sinum Refractionis, & proinde in ratione datā. Sumptis enim Radiis IP, & PR æqualibus, & demissis IQ, & RV ad planum FH perpendicularibus; & præterea ad punctum Incidentię erectā SPT perpendiculari ad planum refringens BD, (quæ ideo cum altero plano FH coincidat;) & ad
istam

istam demissis IS & RT iterum perpendicularibus; erit IPQ angulus, quem Radius incidens IP efficit cum plano perpendiculari FH; & RPV angulus, quem Radius refractus PR efficit cum eodem plano. Item IPS angulus Incidentiæ, & RPT angulus Refractionis. Quare, si IP, vel PRr supponatur radius circuli, erunt IQ, RV; & IS, RT dictorum angulorum sinus. Sed IQ & RV sunt paralleli, (6. 10. Elem.,) propterea quod eidem plano FH sunt perpendiculares. Item IS & RT sunt paralleli, (28. 1. Elem.,) quia, jacentes in eodem plano ISPTR, eidem rectæ ST perpendiculariter insistant. Hoc est, rectæ IQ, IS, quæ angulum QIS comprehendunt, sunt parallelæ rectis RV, RT, comprehendentibus angulum VRT. Quare isti anguli QIS & VRT sunt æquales, (10. 11. Elem.:) Ductis autem QS & VT, fient anguli IQS & RVT recti; (Def. 3. 11. Elem.,) quia rectæ IQ & RV plano FH perpendiculariter insistant. Ergo triangula IQS & RVT sunt similia, (4. 6. Elem.,) & IQ.RV :: IS.RT; hoc est, sinus angulorum, quos Radius incidens, & refractus efficiunt cum plano aliquo FH ad refringens planum BD perpendiculari, sunt ut sinus Incidentiæ, & Refractionis, & proinde in ratione datâ. Quippe sinuum istorum rationem esse datam CARTESIUS edocuit, & alii deinde fuerunt experti.

Quinetiam Theorematis jam demonstrati veritas manebit salva, licet planum FH plano refringenti BD alibi perpendiculariter insistant, quàm ad punctum refringens P. Exinde enim neque anguli cum Radiis & plano FH effecti, neque ideo sinus istorum angulorum immutabuntur.

VII

PARS SECUNDA.

Hicce ita præmonstratis, ad propositum jam revertar; demonstraturus scilicet angulum YFZ (in Fig. 3.) diametro Solis, ac
1^a. Newtoni Opuscula. Tom. II. L proin-

T A B. I.

Part II.
Sectio I.

proinde angulo PFT, æquari. Ex supra positis liquet, quòd planum KDHN & FN bifecat angulum Radiis IM & VL utrinque jacentibus contentum. Itaque, cùm iste angulus æquetur diametro solari, angulus, quem Radiorum alter, puta IM, cum dicto plano facit, æquabitur semidiametro solari, cujus esto sinus A; & B sinus anguli, quem Radius iste refractus M/ facit cum eodem plano. Jam, cùm planum istud supponatur perpendiculare ad Prismatis refringens planum AC, erit, ex præcedenti Lemmate, sinus A ad sinum B sicut sinus Incidentiæ ad sinum Refractionis è medio rariori in medium densius. Vel, è contra, sicut sinus Incidentiæ ad sinum Refractionis è medio densiori in rarius, ita erit B ad A. Quare, cùm dictum planum DHF etiam perpendiculare sit ad alterum Prismatis planum BC, quod Radius è medio densiori in rarius refringit, & insuper, cùm B supponatur anguli sinus, quem Radius incidens M/ facit cum plano isto perpendiculari DHF, erit (per Lemma præcedens) A sinus anguli, quem Radius refractus /F facit cum eodem plano DHF; sed A ponitur sinus semidiametri solaris, ergo ille angulus, quem Radius /F facit cum plano DHF, æquatur semidiametro solari, & ejus duplus /Fm, sive YFZ, toti diametro; &, cùm supra fuerit ostensum, quòd angulus PFT sit eidem diametro æqualis, isti duo anguli YFZ & PFT erunt æquales. Q. E. D.

Jam, si planum YFZ effet perpendiculare plano imaginis PYTZ, æquè ac planum PFT, istæ quatuor lineæ FP, FT, FY, & FZ, quæ angulos æquales comprehendunt, essent omnes inter se æquales; & proin subtensæ PT, & YZ etiam æquarentur. Sed, qui rem seriò perpendit, inveniet Radios collaterales VLmFZ, & IM/FY duobus reliquis DKnFT, & HN&FP paulò minùs refringi, & idcirco planum YFZ paulò magis declinabit è Radio FP, quàm ab FT, secans lineam PT infra medium ejus punctum X; & sic, divaricans à perpendiculari FX, (quam concipe ductam,) erit aliquantulum obliquum ad planum imaginis PYTZ, & eà de causâ lineæ FY, & FZ erunt paulò majores, quàm FP, & FT; & subtensâ YZ paulò major,

major, quàm subtenſa PT. Sed hujus rei demonſtrationem, ut pote nimis longam & propoſito meo non omnino neceſſariam, prætermitto. Etenim non multum refert, utrum planum YFZ ſit rectum ad planum imaginis PYTZ, vel nonnihil obliquum; hoc eſt, utrum YZ ſit æqualis, vel major, quàm PT; ſufficit, quòd nequit eſſe minor. Imò; cùm propter iſoſcelia triangula PFT, & YFZ, ſit FP. FY :: PT. YZ, atque FP & FY ſint quàm proximè æquales, tantilla erit inter PT, & YZ differentia, ut, quoad ſenſum, pro æqualibus haberi poſſint.

De Radiorum Di-
verſa Re-
frangibili-
tate.

VIII.

In iſto tamen caſu longitudo imaginis pluſquàm quadruplex eſt latitudinis. Unde varia Refrangibilitas evincitur.

Oſtenſus itaque caſus eſt, in quo longitudo ſolaris imaginis per Priſma trajectæ conſpiceretur æqualis ejuſdem latitudini, & proinde, in quo imago iſta quaſi orbicularis appareret, modò vera eſſet opinio vulgaris. Quinimo, licèt poſitio Priſmatis alia ſit, atque deſcripti, modò Radii utrinque Refractionem non valdè inæqualem patiantur, figura tamen imaginis eapropter vix immutabitur: Nec multum intereſt, an corpus opacum EG, foramine F ad Radios transmittendos terebratum, citrà Priſma collocetur, vel ultra; neque figura foraminis multum curanda eſt, modò ſit exigua. Etenim tam parvæ variationes haud pluſ mutabunt imaginem, quàm decimâ, fortè, vel quintâ parte diametri ſuæ, ſicut cogitanti patebit. Atque ita, ut paucis tandem comprehendam omnia, liquet, quòd imago Solis refracta, ut plurimum, deberet eſſe ſenſui quaſi orbicularis, ſi modò ejuſdem Incidentiæ in idem medium Refractio ſemper foret eadem. Sed prius repugnat experienciæ; longitudine ſcilicet ejus latitudinem pluſquàm quatuor vicibus, ut dictum fuit, excedente: Ergo poſterius repugnat veritati, & ejuſdem Incidentiæ Refractio eſt varia.

IX.

Ejusdem rei demonstratio brevior.

Ex eodem experimento potui propositum sic brevius indicasse; nempe, cum ita disposuissem Prisma, ut Refractio Radiorum, tum ingredientium, tum egredientium, foret quasi æqualis, an-
TAB. I. gulos PFT, & YFZ (*Fig. 2, vel 3.*) dimensus sum, & inveni quidem angulum YFZ semissi gradus, sive diametro Solis, æqualem. At angulus PFT eandem diametrum quater, & amplius, superavit, cui tamen æqualis esse debuisset, ex parte priori præcedentis demonstrationis; & inde planissime liquet propositum. Verum in eorum gratiam, quæ mox sequentur, oporteret demonstrasse, quod illi Radii, quorum Refrangibilitas non est dispar, efformabunt imaginem ferè orbicularem; & eà de re mihi visum fuit demonstrationem istam, etiamsi longiusculam, in illustrationem hujus experimenti hic adduxisse.

X.

Quo pacto Prisma facile statui potest in situ ad experienda prædicta requisito.

Verum, cum in experiendis prædictis eam esse positionem Prismatis supposuerim, ut Radii ad utramque faciem Prismatis æqualiter refringantur; conclusionis loco, dicam, quâ ratione istud citò fiat & facile. Si Prisma teneatur in Luce solari, & motu lento circa axem suum convertatur, videbis Colores, quos efficit, de loco in locum continuo motu translatos esse, ita quidem, ut aliquando progredi, deinde verò regredi videantur. Observabis itaque medium inter istos contrarios motus, quando Colores, modò progressi & statim regressuri, videntur quiescere; quod ubi vides, siste Prisma, idque in isto situ fige. Dico factum. Scilicet, in eo situ summa Refractionum utrobique factarum, sive Radii

dii emergentis ad incidentem inclinatio, evadit omnium minima. Quod cum accidit, Refractiones utrobique sunt æquales, uti post-hac demonstrabitur.

De Radio-
rum Diver-
sâ Refran-
gibilitate.

XI.

Imaginis præfate figura describitur, quæ partim rectis, partim semicirculis comprehensa est.

Ceterum experimenti hujus varias circumstantias, non minùs jucundas experienti, quàm propositi nostri indicativas, prosequi jam animus est. Et primum notandum venit, quòd imaginis istius figura, secundum longitudinem suam lineis rectis terminata fuit, & secundum latitudinem duobus (ut ex visu potui judicare) semicirculis. In *figurâ 5^{ta}*, sit PT imago Solis Prismate re- TAB. II.
fracta; hanc observabam ad latera duabus lineis AB, & CD, quoad sensum, rectis, & i parallelis, terminari, ad extremitates autem duobus semicirculis APC, & BTD, cujus quidem eventus causa ex præmonstratis sic determinatur.

XII.

Quomodo talis evadit per circulares imagines, (quas unumquodque genus Radiorum æqualiter refrangibilem facit,) in longum dispositas.

Semicirculi illi terminantes in circulos compleantur, ut vides in *figurâ sextâ*, & alius inscribatur circulus YZ istis intermedius. Jam TAB. II.
concepe Radios quosdam à Sole provenientes, qui apti sunt, ut, æqualiter incidentes, etiam æqualiter refringantur. Illi per Prisma trajecti, ex supra demonstratis, imaginem, quoad sensum, (si sola posset videri,) circularem depingent, puta, BD. Deinde concepe alios ejusdem Solis Radios sibi etiam conformes, qui apti sunt, ut prioribus paulò magis refringantur; illi itaque aliam imaginem depingent circularem, puta, YZ. Et alios etiam Radios adhuc magis refran-

Part II.
Sectio I. refrangibiles concipe, qui tertiam circularem imaginem AC efficiant. Denique, alios innumeros cogita prædictis plus & minus refrangibiles, & illi alias etiam innumeras circulares imagines, prioribus tum intermediis, tum extremas, efformabunt, illuminantes oblongum spatium PYTZ, rectis lineis AB & CD, duobusque semicirculis contentum. Verum, cum imagines illæ sint omnes ejusdem penè magnitudinis, & inter lineas AB & CD in directum dispositæ, istæ lineæ AB & CD pro rectis sibi parallelis haberi possunt, & ad sensum tales videbuntur; & sic totum spatium PYTZ, Radiis ex eadem Incidentiâ variè refractis illuminatum, partim parallelis rectis, & partim semicirculis oppositis terminabitur; sicut experienciâ compertum est.

XIII.

Exinde deducitur experimentum, quo termini recti fiant distinctissimi.

Hanc autem conjecturam ut penitus probarem, cogitabam de imagine Solis per foramen aliquod sine ullâ Refractione ad distantiam magnam trajectâ, scilicet quod malè definitur, termino existente inter Lucem & tenebras minimè distincto: At, si Radii isti per Lentem convexam transeant, cujus focus ad imaginem est, imago terminabitur distinctissimè. Simili modo de Radiis æquè refrangibilibus intellexi, quod, si per Prisma trajicerentur ad distantiam magnam, depingerent imaginem circularem malè definitam, cujus tamen terminus, mediante Lente convexâ, distinctissimus evaderet. Itaque, cum vidissem terminos imaginis refractæ PYTZ non admodum distinctos, de imaginibus BD, YZ, AC, & reliquis circularibus, oblongam istam formantibus, conjiciebam, quod multò distinctius terminarentur per Lentem convexam trajectæ, quàm aliter; & experienciæ res patuit. Nam rectas AB, & CD, in quas imagines omnes istæ circulares utrinque terminantur, vidi admodum distinctas, quas antea confusas videram.

XIV.

XIV.

Quare termini circulares semper apparent confusi.

De Radio-
rum Di-
versa Re-
frangibili-
tate.

Sed, quod notatu valde dignum videtur, termini circulares APC, & BTD imaginis illius semper apparere maximè confusi, Luce paulatim deficiente, donec tandem in tenebras desit. Scilicet intermedii circuli, ut YZ, miscentur aliis circulis utrinque cadentibus, quibuscum ex aliquà sui parte coincidunt. At extremi quidem circuli, AC, & BD, ex unà tantùm parte cum aliis concurrunt, & eorum concursus continuò fit rarior, & exinde Lux usque remissior, dum ad extremitates, P, ac T, devotum est. Sed & alia prodit istius rei causà; scilicet, quòd Radium maxima copia apta sit, ut mediocrem Refractionem patiat, & sic in medium imaginis incidat; & quòd eorum numerus continuò minor existat, quibus competit gradus Refrangibilitatis alterutrinque magis extremus.

XV.

Admonitio de figurâ & situ Lentium & Prismatum.

Ceterum ad isthæc experienda Lentes adhiberi vellem, quarum foci sunt longinqui, sex, fortè, vel duodecim pedibus à Lentibus distantes, modò tales præsto sint: saltem non sint minùs distantes, quàm duobus. Atque etiam latera Prismatis debent esse accuratè plana; sin latera ejus sint aliquatenus convexa, tum præstat adhibere Lentem, cujus focus ad pedes tantum duos, vel tres à se remotus est. Quibus paratis, Lentem Prismati ex utravis parte colloca vicinam, ita scilicet, ut Radios per se trajectos directè respiciat. Deinde Radii in papyrum aliquam excipiantur, quam ultra citràque transfer, donec imaginem coloratam utrinque rectis parallelis distinctissimè terminatam videas.

XVI.

XVI.

Deque imagine quâdam orbiculari.

Sed observandum est, quòd, cùm Prisma collocatur ultra TAB. I. foramen F, (ut in Fig. 3.,) vel ipsi quàm proximè citrà, & Lens magis distat ab isto foramine, quàm focus Lentis, quem Radii in eam parallelos incidentes efficerent, distat à Lente; duplicem invenies casum, in quo imago in papyrum projecta evadet distincta: alter, quando Radii omnes homogenei, qui in Lentem paralleli incidunt, ita refringuntur, ut ad papyrum istam in eodem puncto concurrant; quod fit, quando vides imaginem coloratam oblongam, & parallelis rectis distinctè terminatam: alter casus est, quando Radii omnes homogenei ab uno puncto foraminis F divergentes, postquam à Lente refringuntur, ad unum iterum punctum dictæ papyri convergunt. Id autem accidit, cùm imaginem albam, orbicularem, & undique benè definitam vides. De quo fusè dicetur alibi. Sufficiat hoc monitum hìc dedisse, ne quis propriis oculis hæc experturus, per ambiguitatem effectus incautè decipiatur, & exinde prædicta in dubium revocet.

XVII.

Ac de umbris nebularum Solem intercedantium.

Juvat annotare præterea, quòd nebulae aliquæ tenuiores interceperunt discum Solis, eum non penitus obscurantes, & umbras in hanc imaginem P T projecerunt, non sui similes, sed in longum protensas, & imaginis terminis rectilineas parallelas. Id, quod ratiociniis modò allatis accuratè convenit. Nam, concipe nebulam aliquam in disco Solis ad instar maculae conspicuam esse; TAB. II. & ea, si Radii maximè refrangibiles, circuloque AC (fig. 7.) circumscripti spectentur, umbram projiciat in locum L, ita ut circulus AC cum umbrâ L discum Solis nebula deficientem referat. Quo posito, si Radii minimè refrangibiles, circuloque BD cir-

circumscripti spectentur, umbra nebulæ ab iis projicietur in locum N, cujus talis erit situs in circulo BD, qualis est ipse L in circulo AC, quippe hic etiam discum Solis nebulâ deficientem refert. Atque idem porro discursus de circulo quolibet intermedio cum umbrellâ ejus M intelligatur; adeo ut, propter indefinitam multitudinem circulorum spatium integrum ABDC occupantium, nebula suas umbras per totam longitudinem LN dispergat, eamque reddat obscuram; & sic, cum plures nebulæ, vel nubium sinus, Soli interveniant, imago ejus plurimis umbris in longum diffusis, & parallelis obscurabitur.

De Radiorum Diversâ Refrangibilitate,

XVIII.

Ab imaginis figurâ aliud etiam experimentum deducitur, quò fiat multum oblongior.

Ut dictas proprietates Lucis, quâ potui diligentia, perscrutarer, sequentem præterea modum excogitavi, quo illas examini subjicerem. Nempe, (*in fig. 6.*) cum magnitudo circulorum AC, YZ, BD, dependeat à magnitudine solari, si diameter Solis fieret aliquantò minor, quàm nunc revera existit, tum illi etiam circuli fierent minores, distantia centrorum H, I, K, non omnino mutata, ut videre est *in fig. 8.* Et sic latitudo imaginis, ad ejusdem longitudinem comparata, multò minor evaderet, quàm antea; utraq; scilicet per eandem quantitatem diminuta. Hæc probaturus effeci, ut Radii Solis per duo parva foramina ab invicem longè distantia transirent, antequàm inciderent Prismati; quo pacto Radii ab extremis partibus Solis venientes excluderentur, & res perinde succederet, quasi diameter Solis revera esset diminuta. Illustrationis gratiâ, sit (*in fig. 9.*) *efg* fenestra parvo foramine *f* penetrata, per quod Radii solares cubiculum, aliàs obscuratum, ingrediantur; deinde sit EFG corpus aliquod opacum, perforatum ad F, & in medio cubiculo ita locatum, ut Radii iterum permeent foramen istud, antequàm Prisma ABC ponè locatum attingant. Jam, foraminum istorum diametro ex-

TAB. II.

TAB. II.

TAB. II.

Is. Newtoni Opuscula. Tom. II.

M

stente

Pars II.
Sectio L.

tente $\frac{1}{8}$ digiti, & eorundem distantia fF 12 pedibus, (ita scilicet, ut maxima Radiorum utrumque foramen permeantium inclinatio foret angulus ferè minorum 6, hoc est, quasi quinta pars diametri solaris,) atque etiam imagine PT projecta in papyrum, decem pedes à Prismate distantem, prout angustia cubiculi tulit; inveni longitudinem imaginis esse plusquam quatuor digitorum cum semisse, & latitudinem trientis digiti; hoc est, longitudinem plusquam quatuordecim vicibus maiorem latitudine, sicut ex prædictis oportet evenisse. Etenim, cum isti tantum Radii mittuntur intro, qui minus, quam quinta parte solaris diametri ad se invicem inclinantur, diametri AC , YZ , & BD , minutæ diametro foraminis F , debent esse quintuplò minores,

TAB. II. quàm secundum priora contingeret, ut videre est in *fig.* 6. & 7., quasi à Sole essent effectæ, cujus diameter sit quinquies mi-

TAB. II. nor diametro Solis nostri. Verùm, si corpus opacum fg (*fig.* 9.) tolleretur, ut Radii per unum solummodò foramen F ad Prisma transirent, sicut in prioribus factum est, latitudo imaginis evaderet $1\frac{1}{2}$ digitorum, & longitudo plusquam 5 dig.: angulo nempe Prismatis existente 60 grad., vel paulò majori. Itaque diameter circulorum AC , YZ , & BD , qui eo, quo dictum est, modo, imaginem constituunt, esset $1\frac{1}{2}$ dig., à quâ subducatur diameter foraminis, nempe $\frac{1}{8}$ dig., & manebit $1\frac{1}{4}$ dig., cujus quintæ parti rursus adjungatur eadem foraminis diameter sive $\frac{1}{8}$ dig. & prodibit $\frac{1}{2}$ dig. diameter circulorum AC , YZ , & BD , in *fig.* 8., quæ minor est quàm diameter circulorum istorum, in *fig.* 6., quantitate $\frac{2}{3}$ dig. Quamobrem, *figura* 8, quaquàversum est minor quàm sexta, quantitate $\frac{2}{3}$ dig. Atque ideo longitudo ejus fit plusquam 4 dig., latitudo autem digiti triens. Id, quod cum experientiâ modò recensitâ quadrat. Ad eundem modum, si foramina f & F adhuc minora forent, vel si distantia fF foret major, imago PT oblongior evaderet. Quod idem quoque quantenus contingeret, ex imagine PT à Prismate longiùs distitâ. Ceterum notandum est, quòd foramina f & F ad Radios directè respicientia supponam, licèt non multum refert, an situs eorum sit parum obliquus, ut in appositâ figurâ nonà factum est.

XIX.

XIX.

Experimentum istud promovetur.

Porro, si in hoc experimento convexam Lentem, ut prius, adhibueris, cujus focus ad imaginem cadit, foramine F (si placet) dilatato, vel opaco corpore EG prorsus ablato, ut Radii per foramen longinquum f solummodo transeant, & si foramen istud f effeceris angustius, quàm antea (ceteris, ut prius, stantibus) imaginem valdè oblongam, & pro longitudine lucidiorem videbis, quàm in casu priori. Exempli gratiâ, si diameter foraminis sit pars digiti vigesima, & si pedibus ab inde duodecim Prisma cum Lente disposueris, videbis longitudinem imaginis plusquàm octoginta, vel centum vicibus latitudine majorem. Sed in his experiendis oportet cubiculum quaquâversus bene obturatum esse; ne Lux alibi, quàm per foramen f , ingressa perturbet imaginem, & juxta circulares ejus extremitates obscuram reddat: Et præterea, si superficies Prismatis sint accuratè planæ, præstat adhibere Lentem, quæ focum ad distantiam magnam projicit, puta, ad 12, vel 20 pedes, modò loci amplitudo sinat; quo pacto de proportionibus imaginis melius judicium proferas. Quòd, si latera Prismatis sint aliquantulum convexa, ut iis nonnunquam contingit, quæ vulgò venduntur, licebit istud, absque ullâ Lente, solum adhibere, & ejus convexitas Radios, vice Lentis, ad magnam distantiam congregabit. Quinimo, si cum Prismate quolibet Lentem parvam adhibeas, cujus focus non sit duobus, tribusve pedibus longinquior, imaginem conspicias, satis longam quidem, sed cujus latitudo haud sensibilis existit. Id, quod proposito nostro non minùs inservit, quàm si posses de proportionē longitudinis ad latitudinem ejus accuratè judicare. In istis etiam experiendis notetur præterea, quòd Lens non debet ita longè post Prisma locari, quin possit ad omnes Radios simul transmittendos extendi, ne imaginem successivè per partes tantùm observare sis coactus: Et notetur denique, quòd si foramen F

M 2

citrà

Part. II.
Sectio I.

citrà Prisma locaveris, & Lentem deinceps citrà foramen istud, ad distantiam majorem ab eo, quàm focus Radiorum à foramine *f* longinquiori manantium abest à lente, duplex erit casus, in quo imago in papyrum projecta conspicietur distincta, prout Radii venientes à singulis punctis foraminis *F*, aut à singulis punctis foraminis *f*, in totidem itidem punctis papyri colliguntur. In uno casu imago erit alba & orbicularis, ut priùs (§. 16 *) communui; in altero autem, oblonga & colorata, sicut præsens experimentum exigit.

XX.

Magis adhuc promovetur per imaginem Stellæ Veneris.

Jam liquet ex præfatis, quòd imaginis *PT* latitudo semper evadit eò minor, quò foramen longinquum *f* factum est angustius; ut nihil dubitandum sit, quin dicta latitudo prorsus evanesceret, si, vice foraminis istius translucidi, unum dumtaxat punctum ibi lucidissimum existeret: atque istud sic futurum esse confirmatur ex observatione non dissimili, quam habui quondam de Stellâ Veneris. Cubiculo nempe quaquâversus obturato, excepto foramine paulò plusquàm duos digitos lato, ut tenebrosissimum efficeretur. In isto foramine vitrum objectivum Perspicilli septempedalis collocavi, latitudine ejus, ad sufficientem Radiorum copiam transmittendam, duos digitos & amplius, apertâ. Deinde, ad distantiam septem pedum papyro transversè positâ, in eam vidi Syderis imaginem ad instar puncti lucidi projectam; &, interposito Prismate ad distantiam pedis unius, duorumve, ab istâ papyro, per quod Radii trajecti aliò refringerentur, pro puncto illo lucido, ad distantiam inde plusquam pedalem, vidi lineolam, licèt non valdè lucidam, facilè tamen conspicuam, & cujus longitudo semissem digiti superavit, latitudo autem fuit, quoad sensum, nulla; saltem haud major, quàm ut sentiretur. Atque idem, credo, de Stellis primæ magnitudinis, uti de Sirio, liceat observare; præsertim si Lens adhibeatur quatuor, vel sex digitos lata, ut plures Radios transmittat.

XXI.

* Pag. 88. hujus.

XXI.

Et applicatur descriptioni Refractionis ad fig. 1. traditæ.

Hoc experimentum, quàm bene convenit cum explicatione nostrâ, quam, de Refractione Radiorum ad eundem angulum incidentium variâ, sub initio dedi, operæ pretium videtur adnotare. In *figurâ primâ* supposui complures Radios per eandem rectam in superficiem aliquam refringentem successivè delatos esse, ibidemque alios aliis paulò magis, gradatim, refringi. Quod si fieri concipiatur, abundè sequeretur, quòd Radii sic refracti, si corpore deinceps opaco quovis, ut papyro, interciperentur, lineolam ibi lucidam depingerent. Jam, licèt Radii à Stellâ aliquâ venientes, non omnes in eadem rectâ pergant, tamen, quòd tantundem est, pro parallelis haberi possunt; &, quòd à Lente convexâ effecti sunt convergentes, antequàm attingant Prisma, hoc adeò non destruit analogiam, ut eam maximè confirmet. Etenim, pro singulis in eadem rectâ pergentibus, debes tantùm concipere tot Radiorum penicillos, qui omnes habeant eundem axem, & idem punctum concursûs; & quòd istorum penicillorum alii magis aliis à Prismate refringuntur, ita ut eorum puncta concursûs, sive Foci, qui priùs coincidere, jam singuli cadant seorsim, lineam rectam conficientes. Ac proinde, quòd axes penicillorum, qui Radiis, puta, successivis, eòusque coincidebant, donec attingere Prisma, ibi per variam Refractionem sint effecti divergentes, ut ad Focos penicillorum in lineâ rectâ jacentes pergant.

XXII.

Circumstantia variata eidem descriptioni rursus applicatur.

Si Prisma Stellæ Veneris vicinius, quàm Lentem collocaveris, ut Radii per illud trajiciantur primò, & à Lente deinde convergentes fiant, eandem lineolam, ut priùs, videbis, licèt minùs con-

M 3

spiciam

Part II.
Sectio I.

spicuum & inventu difficiliorem. Jam in hoc specimine, cum Radii omnes adveniant paralleli, si æqualiter refringerentur transientes Prisma, manerent postea paralleli, usque dum Lenti incidere, & in eâ proinde sic refringerentur, ut omnes deinceps ad idem punctum pergerent, & sic punctum lucidum conspiceretur. Quare, cum, vice puncti istius, appareat linea, concludendum est, quod omnes Radii non æqualiter refringuntur.

XXIII.

Quod in adductis experimentis Refractiones non casu sunt inæquales, neque aliâ causâ, quàm inæquali Refrangibilitate.

Si jam objiciat aliquis, quod in Refractionibus quidem detur irregularitas, sed eam esse contingentem, & non ex præviâ Radiorum dispositione, vel ullis certis legibus ortam; respondeo, quod imago Solis præfata, si Radiis nullâ certâ lege refractis fieret oblonga, non posset in lineas rectas secundum longitudinem suam distinctè terminari, sicut ad *figuram quintam** ostensum est. Quinetiam non omnino deberet esse oblonga; sed, parte ejus mediâ & magis splendidâ, in morem orbis effingi, sensibilibique termino distingui ab erraticâ Luce debiliori quaquâversum dispersâ: perinde ut Sol apparet, cum nubibus penè obscuratur, vel ut ejus imago cernitur, cum trajicitur per laminam vitream parallelis planis terminatam, & halitu, vel fumo leviter obductam, ut Lux inter refringendum paululum conturbetur. Adhæc, si duo Prismata similia ABC & abc, (*fig. 10,*) juxta ponantur secundum longitudines suas parallela, cum lateribus planis AC & ac, ut & BC & bc, parallelis; & si Sol transluceat utrumque in locum Z, ubi corpus opacum Luci directè opponitur, Radiis tamen ejus per orbiculare foramen F prius trajectis, Lux incidens in dictum Z apparebit distinctè orbicularis, non secus, quàm si directè tenderet ab F, Prismatibus non omnino interpositis. Fatendum est itaque, quod utriusque Prismatis conjunctim Refractiones sunt regulares, & proinde etiam Refractiones alterutrius.

* Page 85, 86 hujus.

Scili-

De Radi-
rum Di-
versa Re-
frangibili-
tate.

Scilicet, Radii illi similiter incidentes, non omnes æquè refringuntur in primo Prismate ABC, ut neque in secundo *abc*; tamen, cùm ea Refractionis inæqualitas non contingens sit, sed oritur ex præviâ Radiorum dispositione, ideò, licèt varii Radii variè refringuntur, tamen ejusdem Radii eadem erit Refractionis quantitas in utroque Prismate, & quantum incurvatur à priori ABC, tantum recurvabitur à posteriori *abc*; unde Radius quilibet, utcunque sit refrangibilis, postquam ex utroque Prismate emerferit, sibimet ipsi, cùm nondum iis inciderat, fiet parallelus. Atque ideo, cùm omnes ad easdem plagas tendant, ad quas liberè tenderent, si Prismatibus non interciperentur, necesse est ut eandem orbicularem imaginem ad Z exhibeant, quam illuc, liberè tendentes exhiberent. Quòd si imago oblonga, per Refractionem unici Prismatis, (ut dictum est,) effecta, figuram suam à Radiis nullâ certâ lege divaricantibus, sed forte fortunâ huc illuc vagè refractis, acquireret; cùm Refractiones binis Prismatibus gementur, errores etiam Radiorum duplo plures evaderent, ut & duplo majores; & exinde imago ad Z fieret multò oblongior; quæ tamen, experienciâ teste, in orbem contrahitur.

Nonnullis fortè in suspicionem veniet, quòd terminatio Lucis, sive quiescentis medii confinium, diversitatem Refractionis efficiat; sed huic dubitationi in promptu est remedium, efficiendo nempe ut Lux à posticâ parte Prismatis, (sicut ad *fig. 3.*) solummodò TAB. I. terminetur, ne fiat umbræ confinis priusquam fuerit refracta. Et propterea, ne suspicio sit de variâ crassitie vitri, potest Refractio ejus ad varias crassities tentari, promovendo Prisma transversè juxta Lucis ingressum parallelo motu, ita ut Lux primò ad aciem ejus transjiciatur, deinde ad partes crassiores; & in quovis casu perfimilis erit Colorum apparitio. Neque multum interest, si foramen, per quod Lux ingreditur, sit latius, vel angustius; nam exinde nihil aliud eveniet, quàm Lucis Colores exhibentis augmentatio, vel diminutio, ac tanta dilatatio, vel contractio imaginis, quanta est foraminis.

Experimento duorum parallelorum Prismatum jam antè descritto constat etiam, quòd hæc imaginis in longitudinem distractio non

Part II.
Sectio I.

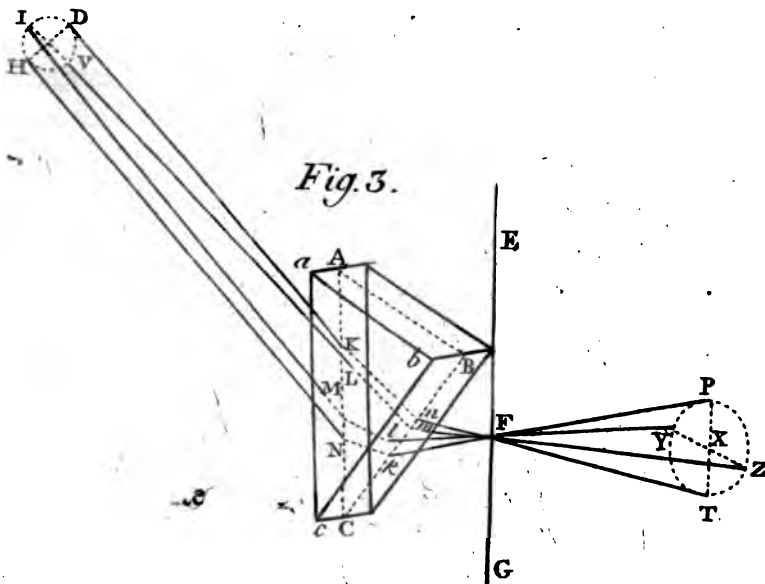
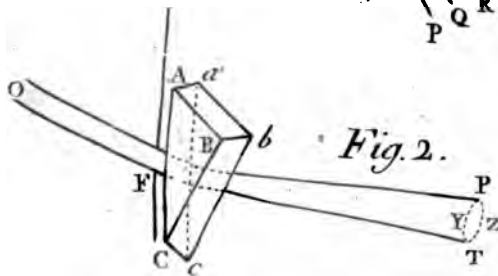
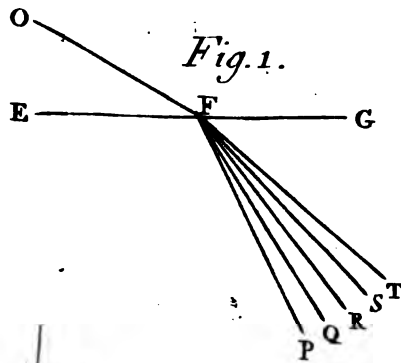
non oritur ex ejusdem cujusque Radii diffusionem, vel distractionem in complures divergentes Radios; siquidem illi per iteratam diffusionem, vel distractionem, in transitu per secundum Prisma, tunc resolvi deberent in longè plures & magis divergentes Radios. Quin, & iisdem omnibus objectionibus adversatur experimentum, ubi posterius Prisma non statuitur parallelum anteriori, sed perpendiculariter transversum. Nam in isto casu, si antea Prisma distraheret imaginem in longitudinem, ob aliam quamcunque causam, quàm diversam Refrangibilitatem diversorum Radiorum, tunc posterius Prisma, per transversam Refractionem, distrahere deberet illam oblongatam imaginem in latitudinem, & sic quadrilateram efficeret. Sed experimentum tentanti res secus evenit, imagine scilicet non secundum latitudinem dilatata, sed solum obliquata per majorem Refractionem extremitatis violaceæ, quàm rubræ.

TAB. III. Quemadmodum videre est ad *fig. 11*, ubi imago PT, per secundi Prismatis Refractionem, transfertur ad *p t*. Ex dictis, opinor, satis superque constat id, quod initio proposui demonstrandum: quoniam autem jucunditatem intellectui, & assensum plerunque firmiorem, harmonia rerum plurium affert, quàm unici, licet maximè scientifici, argumenti testimonium; non erit abs re, si in aliud experimentorum genus præcedentibus affinium expecturos breviter introducam.

XXIV.

Perstringuntur alia experimenta præcedentibus affinia.

TAB. III. In *fig. 12*. sit F foramen valdè exiguum, per quod Lumen Solis trajiciatur; deinde, ad distantiam pro lubitu magnam, statuatur Prisma ABC, per quod Radii transeant refracti, prout in prioribus explicui; tum, Oculo ponè admoto, circularis foraminis F videbis imaginem TP oblongam, cujus longitudo ad latitudinem collata, tantò major erit, quantò foramen F fiet angustius; & exinde patet, quòd Radiorum alii, tendentes ad Oculum per H, quasi manassent à P, sunt magis refracti, quàm alii tendentes



tes per I, quasi à T venissent; &, Radiis sic in Oculum non secus ingressis quàm si profluxissent ab oblongo spatio PT, necesse est, ut spatium istud longum appareat luminosum.

De Radiorum Diversa Refrangibilitate.

Sed cavendum est, ne foraminis F tanta sit apertura, ut nimix Lucis introitu lædatur Oculus; imò, ne tanta sit, quin ut possis nudo Oculo particulam Solis per foramen istud, quasi punctum lucidum, distinctè & absque ullâ circumradiatione, transpicere; Verùm, si Lumen Solis censeatur nimium huic experiendo, Lumen à nubibus transmissum sufficiat; modò talis sit Oculi tui dispositio, ut foramen, sine Radiis circumcirca superfluis, distinctum cernas, antequàm interponas Prisma; aliàs imaginem ejus non carnes distinctam, neque debitâ longitudine deductam. Ad hæc, liceat tandem observare, si filum albens interposito Prismate aspicias; etenim filum multò latius apparebit, cùm in situ ad longitudinem Prismatis parallelo, quàm cùm in transverso, statuitur. Ceterùm, ut in uno comprehendam omnia, si Stellam fixam primæ magnitudinis, mediante Prismate intuearis, ejus etiam imago conspicietur longa. At, cùm Radii Stellarum pro parallelis habeantur, si omnes æquè refringerentur, manerent etiam paralleli, postquàm egrediuntur è Prismate; &, Oculum sic ingressi, efficerent imaginem omnino similem Stellæ, vel puncto lucido, nullatenus oblongam; perinde ut sit, cùm Stella parallelos Radios in Oculum directè mittit. Videbis itaque, quòd Radii paralleli, superficiebus planis refracti, fiunt inclinati; unde necesse est, ut inæqualem Refractionem patiantur. In transitu autem notetur, quòd Telescopio, si placeat, primùm adhibito, tum, ut copia Lucis ad Oculum transmittatur, tum, ut scintillatio, quâ Fixæ solent, quasi coronâ, cingi, minuatur, & Prismate deinceps interposito, videbis albicantem lineam distinctiorem, quàm priùs, cum latitudine vix, aut ne vix quidem, conspicuâ. His paucis de Radiorum diversâ Refrangibilitate narratis, quorum sensus plenior in sequentibus, ubi de Coloribus agitur, elucescet; restat, ut Refractionum quantitates & mensuræ jam determinentur.



PARS PRIOR.

SECTIO SECUNDA.

De mensurâ Refractionum.

XXV.

De mensurâ Refractionis dati generis Radiorum, è quâvis Incidentiâ datâ.

TAB. III. **R**EFRACTIONES ope angulorum, quos incidentes & refracti Radii cum perpendiculari refringentis plani constituunt, quasi datam rationem habentium, à Veteribus determinatæ fuerant. Quemadmodum si, in *fig. 13.*, IH sit planum refringens, cui linea DCE ad aliquod ejus punctum C perpendiculariter insistit, & in illud C Radius quilibet AC incidat, & refringatur ad R; posito refractum Radium CR in plano ACI jacere, quod refringenti plano perpendicularare est; supponere Veteres, quod angulus Incidentiæ ACD, angulus Refractionis RCE, & angulus refractus RCF, semper sint in datâ quâdam ratione: vel potius, hypothesin credidère satis accuratam esse, ubi Radii à perpendiculari non multum divaricant. Sic, in vitro statuerunt angulum Refractionis quasi triplum esse anguli refracti. At illa Refractionum æstimatio minus exactaprehenditur, quàm ut pro fundamento Dioptrices debet statui, & CARTESIUS aliam regulam primus * excogitavit, quâ istud exactius determinaretur; ponendo dictorum angu-

* Postea NEWTONUS intellexit SNELLIUM Refractionis legem primum invenisse, & CARTESIUM suum Theorema à consimili SNELLII Propositione deduxisse. Vide NEWTONI *Principia* in Schol. Prop. XCVI, Lib. I.

Fig. 4.

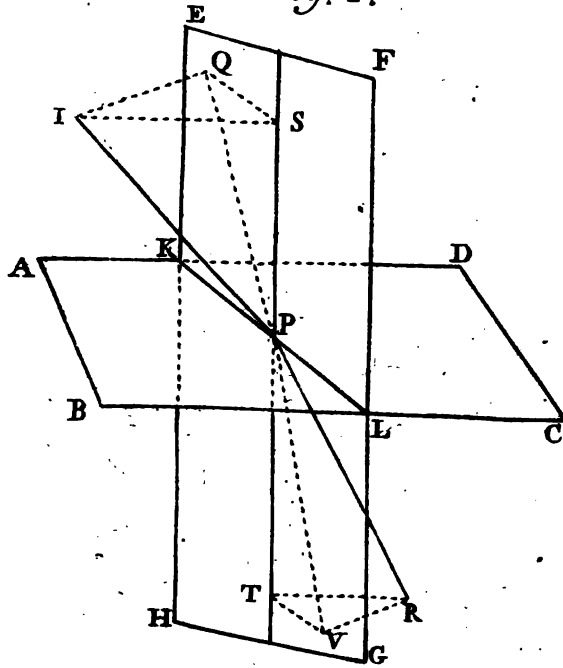


Fig. 5.

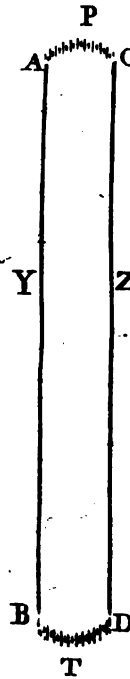


Fig. 6.

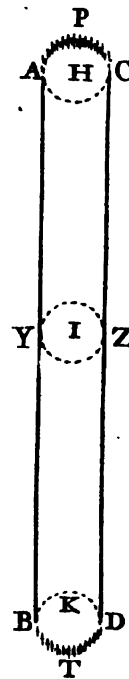


Fig. 7.

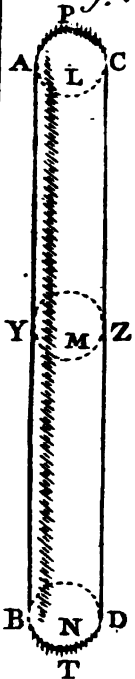


Fig. 8.

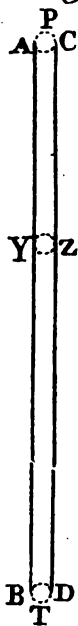
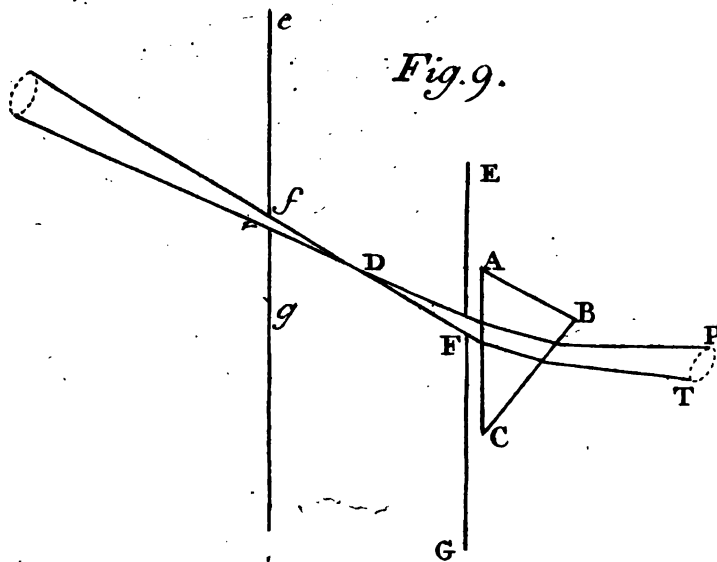


Fig. 9.



angulorum sinus esse in ratione datâ. In *fig.* 13. si centro C, & distantia quâlibet AC, circulus describatur, secans Radios præfatos in A & R, & ab istis punctis ad plani perpendicularum DCE demittantur normales AD & RE; ipsarum AD & RE proportio erit eadem perpetuâ. Cujus rei veritatem Auctor non ineleganter demonstrâset, modò de causis physicis, quas assumpsit, nullum dubitandi locum reliquisset. Ut, & quoniam instrumentis, in istum finem accuratè instructis, examinarunt aliqui, & veritati (quoad sensum) exactè convenientem adinvenerunt, non dubitamus pro fundamento statuere; hoc solùm adhibito moderamine, quòd, cùm is de quibuslibet Radiis indifferenter affirmârit, quasi omnium perfimilis fuisset Refractio, nos tantùm affirmamus de singulis eorum generibus seorsim spectatis; ponendo, quòd Radiorum æquè refrangibilium sinus Refractionis sunt, ut sinus Incidentiæ. Concipiamus aliquot genera Radiorum secundùm lineam AC, in *fig.* 14., esse allapsa ad punctum C, ibique refracta per superficiem IH; puta, mediocriter refrangibiles Radios in CR, minimè refrangibiles in CT, & maximè refrangibiles in CP, ac innumeros alios, gradibus intermediis plùs minùs refrangibiles, per totum spatium TCP diffusos esse. Jam, si ducatur DCG perpendicularis ad planum refringens IH, & centro C, distantia quâvis AC, circulus, (ut priùs,) describatur, secans Radios dictos in A, P, R, T; atque ex istis punctis demittantur perpendiculares AD, PG, RE, TF, pro sinibus angulorum ACD, PCG, RCE, TCF; pono, quòd, utcunque Radii incidunt, tamen semper erit AD ad PG in eadem ratione; quâ semel cognitâ, regulam habes pro Refractione Radiorum maximè refrangibilium in eandem superficiem ad angulum quemvis incidentium mensurandâ: Et sic semper erit AD ad TF in eadem ratione; quâ cognitâ, regulam habes, quâcum Refractio minimè refrangibilium in quâvis Incidentiâ determinabitur. Atque idem de ratione ipsius AD ad RE, & ad sinum cujuscvis intermedi generis concipiatur.

De Men-
surâ Re-
fractio-
num.
TAB. III.

TAB. III.

XXVI.

De conferendis Refractionibus Radiorum diverſi generis.

Porro autem, cum finus PG, RE, TF, ceterique, datam habeant rationem ad finum AD, datam quoque rationem inter ſeſe habebunt; atque adeo, ſi, ex unica obſervatione, proportionem finuum PG, RE, TF, & reliquorum, ad Radios ex eadem Incidentia refractos pertinentium cognoveris, regulam exinde habebis, quacum ex ſinu Refractionis cujuſvis generis Radiorum, & in iſtam ſuperficiem utcunque incidentium, dato, ceterorum omnium ex eadem Incidentia prolabantium finus elicias; licet quænam ſit eorum Incidentia non innotuerit. Quinimo, ſi omnium AD, TF, RE, PG, &c. proportionem inter ſe ſemel cognoscantur, habito reſpectu ad eadem media refringentia, regulam habes pro ceteris omnibus exquirendis ex unico quovis unquam dato. Itaque, quod rationes iſtorum finuum inveſtigentur, convenit, ut in aliquo Radiorum genere proportio finus Incidentiæ ad finum Refractionis primùm exquiratur; deinde, ut proportionem finuum Refractionis pro Radiis diverſorum generum, ad eundem angulum incidentium, determinentur.

XXVII.

Ad finus Incidentiæ & Refractionis conferendos adhibetur medium cre genus Radiorum.

Ad finus Incidentiæ cum finibus Refractionis conferendos, commodum erit, ut medium genus eligatur, puta, genus illud Radiorum, qui viriditatem, vel potiùs, Colorem viridi & cæruleo intermedium, exhibent. Credo enim illos, qui Refractiones antehac menſuravere, (ſive id factum ſit, ut jam dicta hypotheſis CARTESII probaretur, ſive aliis de cauſis,) credo illos, inquam, menſuram inſtituiſſe ad medietatem refractæ Lucis; hoc eſt,

ſi

si spatium à Coloribus occupatum spectemus, ad confinium viridis & cærulei : Aut, si spectemus quantitatem Lucis, ad medietatem viridis ; & præterea punctum istud pro principali Foco. Lenticulum habendum esse videtur, in quod intermedium genus Radiorum convergit. Atque etiam, si quando de Radiis indistinctè differendum est, ut hætenus apud Opticæ Peritos consueverit, genus mediocre commodius, quàm extremorum aliquod pro omnibus haberi potest.

De Mensurâ Refractionum.

XXVIII.

Modus explorandi sinuum istorum rationes.

Porro, cùm fortè desideretur accuratius examen dictæ regulæ Cartesianæ, quàm antehac instituebatur, dum varia Radiorum Refrangibilitas experientes latuit, primò dicam, quo pacto id non incommode fiat. Quoniam fluidi pellucidi superficies refringentes facile possint inclinari ad quemvis datum angulum, quod solido non est concessum, fluida in hunc finem fuerunt adhibita ; sed instrumento magis laborioso, quàm opus erat, & erroribus fortè magis obnoxio, quàm si omni apparatu privaretur, demptâ trabe, cui vasculum aquæ plenum affigitur. Sit itaque HK, in *fig. 15*, TAB. III. vectis ligneus duas, tresve ulnas longus, aut ampliùs, satis crassus, ne ob longitudinem & pondus minimè inflecti queat, quadrilaterus, rectangulus, & rectus, cum lateribus oppositis exactè parallelis. Tum, lamellæ duæ HI. & KL super unum ejus latus ad angulos rectos erigantur ; KL proximè ad unam extremitatem, & HI quasi quatuor digitos ab alterâ distans, quarum longitudo sit trium digitorum, quatuorve ; latitudo autem duorum, vel trium. Deinde sumatur vasculum aliquod cylindricum, vel prismiforme CF, duos, tresve digitos latum ; longum verò quatuor, vel quinque. Ejus basis super lamellam HI cemento aliquo duro & tenaci figatur, ac in eo situ firmetur ope trabis HK ultra lamellam dictam HI productæ. Tum, trajiciatur ejus fundum in medietate, & lamella simul, parvo foramine F, puta, decimâ

Pars II.
Sectio II.

parte digiti lato ; & juxta foramen istud in alterâ lamellâ notetur punctum R , quod æquè distat à trabe , ac dicti foraminis centrum ; ita scilicet , ut linea FR , per centrum foraminis ad R ducta , sit parallela longitudini trabis. Denique sumatur lamella vitrea , plana , polita , & uniformiter crassa , eaque applicetur ad planitiem lamellæ HI , vasculo CF obversam , super foramen F ; & cemento figatur ita , ut vasculum istud aquæ , (quâ repleatur,) non sit pervium ; & cum normâ aliquâ fiat periculum , an illa vitrea lamella perpendiculariter insistat trabi. Quod si non contingat , corrigatur situs , donec sit exactè perpendicularis. In cujus rei gratiam convenit , ut dicta lamella vitrea sit tres , vel , quatuor digitos longa & lata , quò de situ ejus meliùs judicare liceat. Instrumento hoc sic fabricato , & aquâ vasi CF , plusquàm ad medietatem ejus , infusâ , illud in Radiis solaribus ita statuatur , ut , in superiori superficie aqueâ refracti , perpendiculariter emergant ad foramen F , rectâque progrediantur versùs laminam KL , Rubedine ad T , Purpurâ ad P , & viridi , vel confusio cærulei & viridis , ad R incidentibus. Convenit autem , ut dicta lamina KL dealbetur , aut albente papyro vestiatur , quò de Coloribus judicium certius feras. Interea verò , cum quadrante aliquo amplo , & exactè fabricato *ekr* quæraturn inclinatio trabis HK ad horizontem , & habebis angulum Refractionis *ekr* , & ejus sinum *er*. Tum , Solis altitudo statim inquiratur , ejusque complementum ad 90 grad. ; A&D erit angulus Incidentiæ , & AD sinus. Quibus sinibus ad invicem collatis , & experimento ad diversas Solis altitudines repetito , constabit , an sinuum ratio semper sit eadem. Quòd si velis , ut experimenta varia simul fiant , aut ad minorem Incidentiam , quàm sit complementum maximæ altitudinis solaris , vice Radiorum à Sole directè manantium , possis adhibere reflexos.

XXIX.

Modus explorandi vim refractivam solidi cujuscvis aere circumdati.

Cum eandem finem Incidentiæ & Refractionis rationem alicui Radiorum generi, utcunque in eandem quamvis superficiem incidenti, perpetuò competere sat exploratum fuerit; proponatur exquirere rationem illam, ad superficiem data quælibet media determinantem; idque unico experimento. Si aer sit unum ex datis mediis, & liquor quilibet alterum, instrumentum novissimè descriptum non incommodè potest adhiberi. Sin mediorum alterum sit solidum, res expeditè perficitur ad *diagramma* 16. In ejus explicationem præmittantur duo sequentia Lemmata.

LEMMA I.

In *fig.* 16., sit ABC Prisma ex materiâ quavis pellucidâ confectum, cujus axis sit horizonti parallelus, & perpendicularis ad Radios Solis; & præterea sit ejus positio talis, ut dictos Radios OX æquè refringat, ingredientes ad X, & egredientes ad Y. Istud autem quo pacto debet fieri, ostensum fuit ad §. 10.* Jam dico, quòd angulus Refractionis ad alterutram refringentem superficiem, ut AC, factæ, sit æqualis dimidio verticalis anguli prismatici ACB. Scilicet, ad punctum Incidentiæ X erigatur perpendicularis HX, erit HXY angulus Refractionis ad superficiem AC. Porro, demittatur CI perpendicularis in Radium XY; & ista bisecabit angulum YCX, propterea quòd triangulum YCX, (ob æqualitatem Refractionis in X & Y,) sit isosceles. Dico itaque, quòd anguli HXY, & ICX, æquantur: Nam, ang. AXY = ang. XIC + ICX, (per 32. 1. Elem.) Sed anguli AXH, & XIC sunt recti; Ergo residui HXY, & ICX æquantur. Q. E. D.

* Pag.

LEM.

L E M M A II.

Ad hæc, si Radius incidens OX , & emergens YN indefinite producantur, occurrentes in G ; & præterea, si recta quavis KL , horizonti parallela, Radiis istis interjiciatur, constituens triangulum GKL ; & cum refractus Radius YN tendit sursum, si summa angulorum LKX , & KLY sumatur; aut eorum differentia, cum iste YN tendit deorsum; Dico, quòd illius summæ, vel differentiæ dimidium, unà cum angulo Refractionis HXY , æquabitur angulo Incidentiæ HXG . Nam, dicta summa, vel differentia æquatur angulo NGK , (per 32. 1. Elem;) hoc est, angulis $GXY + GYX$; & cum triangulum GYX sit isosceles, dictæ summæ, vel differentiæ dimidium æquabitur angulo refracto GXY , qui, cum angulo Refractionis YXH , constituit angulum Incidentiæ. Q. E. D.

His præmissis, Problema propositum sic perficitur. Primò mensuretur angulus verticalis Prismatis ACB ; & ejus dimidium erit angulus Refractionis. Dein, Prismatico in positione præfatâ disposito, per quod Radii trajiciantur ingressi foramen F , ope quadrantis $MNPQ$ ampli & accurati, (puta, cujus pinnarum M , & N , distantia sit pedis unius, ad minimum,) exploretur angulus YLK , vel PQ , quem refracti Radii YMN cum horizonte constituunt, faciendo, ut mediocriter refrangibiles per pinna M & N , ad distantiam decem, aut viginti pedum à Prismatico, trajiciantur; & simul observetur Solis altitudo XKL : Qui duo anguli addantur, si refracti Radii YMN sursum tendant, sicut in schemate describitur; aliàs, minor subtrahatur à majori; & summæ, vel differentiæ dimidium, unà cum angulo Refractionis prius invento, erit angulus Incidentiæ, ut patet per Lemma secundum. Denique, ex angulis Incidentiæ & Refractionis sic datis, dantur eorum sinus. Q. E. F.

XXX.

XXX.

Exemplum in Refractione cujusdam generis vitri.

Sic, in Prismate quodam vitreo, dimensus sum angulum ejus maximum ACB, & inveni 63 grad. 12 min., cujus dimidium HXY est 31. gr. 36. m., ejusque sinus 5240, posito sinu 90 gr., 10000. Deinde, cùm altitudo Solis OKL observabatur esse 14 gr. 4. min., alter angulus MLK, à Radio YN ad medium Viriditatis tendente conflatus, erat 30 gr. 52 m.; quorum summa est 44°. 56'. ejusque dimidium YXK 22°. 28'. quod, unà cum angulo Refractionis HXY facit 54°. 4', angulum Incidentiæ, cujus sinus est 8097. Denique, conferendo sinus jam inventos, ut eorum proportio in minimis terminis haberetur, inveni esse ut 11 ad 17 ferè. Quare, pro regulâ generali statuendum est, quòd Radium Viriditatem exhibentium sinus Incidentiæ ex aere in vitrum quodvis, æquè refractivum ac illud Prisma, sit ad sinum Refractionis ut 17 ad 11.

Haud secus, dimetiendo Refractionem Radium, Colorem inter viridem & cæruleum exhibentium, investigatur 45°. 8', pro duplo anguli refracti, cujus dimidium 22°. 34', unà cum angulo Refractionis 31°. 36', dat angulum Incidentiæ 54°. 10', ejusque sinus 8107, est ad sinum Refractionis 5240, ut 82 ad 53, proximè.

XXXI.

Modi præfati commoditas.

Hujus autem modi commoditas in mensurandis Refractionibus ex eo conjicietur, quòd instrumento nullo hic opus est, dempto quadrante, & Prismate, cujus Refractio desideratur; quòd Refractionem, dum geminetur, factam ad X & Y exinde certius metiri possis; & quòd facillimum sit Prisma in desiderato situ disponere.

Is. Newtoni Opuscula. Tom. II.

O nere

Part I.
Sectio II.

nere, ut supra ostenditur §. X. *: Imò, quòd parvus error à situ desiderato ferè nihili sit; dum, quoad sensum, haud inde mutabitur angulus refractus MGK , ut experienti patebit. Quippe angulus iste hic minimus est, & quantitatum per motum generatarum, cùm maximæ existant, vel minimæ, hoc est, in momento regressus, motus, ut plurimum, sunt infinitè parvi. Sic verbi gratià, in *fig. 17*, si centro C describatur circulus lL , & extra eum sumatur punctum quoddam G , ducaturque GIC , & erigatur normalis GK . Deinde, si concipiatur, quòd punctum l moveatur uniformiter in illius circuli circumferentià, per quod punctum recta quædam Gl , circa centrum G rotata, perpetuò transeat; manifestum est, quòd, quò major sit angulus CGl , sive quò minor angulus KGl , eò minor erit motus angularis ipsius Gl ; &, cùm angulus CGl sit maximus, sive angulus KGl minimus, hoc est, in momento regressus, (recta Gl tunc circum in L tangente,) motus ejus erit infinitè parvus, &, quoad sensum, nullus; parvusque error à puncto contactus L nullam sensibilem variationem in angulis istis KGL & CGL producet. Et ad eundem ferè modum, parva convolutio Prismatis haud omnino mutabit angulum MGK , cùm iste sit minimus, sive complementum ejus maximum. Quòd, si Prisma disponeretur in quovis alio situ, quàm hic describitur, (puta, cùm Radii perpendiculariter ingressi ad egressum dumtaxat refringuntur,) minimus error ab isto desiderato situ multùm mutaret angulum refractum, & sic experientia foret incertitudini & erroribus multò magis obnoxia.

XXXII.

Regula de investigandâ Refractione mediorum sibi ipsis contiguarum, quorum aeri contiguarum Refractiones cognoscantur.

In majorem hujus rei copiam, quia dantur aliqui casus, ubi Refractiones per modos jam descriptos haud possint mensurari, (ut, cùm Refractio fit ex vitro in crystallum, ex aquâ in vitrum, vel ex uno liquore in alium,) & nequa omnino sit refringens su-

* Pag. 84. hujus.

per-

perficies, cujus Refractio nequit investigari, Problema sequens lubet proponere.

De men-
sura Refra-
ctionum.

PROBLEMA.

Datis Refractionibus, quas duo media alicui tertio contigua conficiunt, illorum sibi ipsis contiguorum Refractiones invenire.

In Fig. 18. sunt duo media proposita A & B, quorum su-
perficie determinantis Refractio quaeritur; & sit C medium ter-
tium, cujus superficie, ipsis A & B contigua, Refractiones dantur.
Sitque sinus Incidentiæ ad sinum Refractionis ex medio C in me-
dium A, sicut I ad R ; & sinus Incidentiæ ad sinum Refractionis
ex eodem medio C in alterum medium B, sicut j ad r ; Dico,
quod sit $I \times r$, ad $R \times j$, ut sinus Incidentiæ, ad sinum Refractio-
nis ex medio B in medium A.

Verbi gratiâ, si proponatur investigatio Refractionis ex aqua
in vitrum, datâ Refractione ex aere in utrumque; sitque sinus In-
cidentiæ ex aere in vitrum ad sinum Refractionis, ut 17 ad 11;
& sinus Incidentiæ ex aere in aquam ad sinum Refractionis, ut
4 ad 3. Quare, sinus istos multiplicando reciproce, erit ut
 17×3 ad 11×4 , sive ut 51 ad 44, ita sinus Incidentiæ ex aqua
in vitrum ad sinum Refractionis. Et sic, cognitâ Refractione ex
aere in quævis alia media proposita, possis adipisci eorum Re-
fractionem inter se, & è contra.

XXXIII.

Regulæ ejus DEMONSTRATIO.

Ceterum demonstratio hujus non est omittenda, in quem finem
præsternatur Lemma sequens. Si media duo proposita A & B, in
Fig. 18., concipiantur esse planis parallelis terminata, contigua, TAB. IV.
& dicto medio tertio, (puta, aere,) circumdata, & Radius qui-
libet ON, oblique incidens ad N, refringatur primò ad M, ac
deinde ad L, & emergens pergat ad K. Dico, Radium inci-
den-
O 2

Pars I.
Sectio II.

dentem ON sibi emergenti LK parallelum esse: Cujus quidem assertionis veritas experientiâ patet. Etenim ponatur medium A esse vitrum, & medium B esse aquam; mediumque tertium circumdans esse aera: Et laminæ vitreæ A superficies rMR tenuiter illinatur aquâ B, & statuatur parallela ad horizontem, ut aqua consistat uniformiter crassa. Quo facto videbis, quòd Radii, per utrumque medium A & B trajecti, tendent ad eandem plagas, versùs quas tenderent à Sole directi.

Præmissis hoc, erigantur iNr, HMG, & RLI, perpendiculares ad refringentia puncta N, M, & L; est ergo j ad r , ut sinus anguli ONi ad sinum anguli MNr, five NMH; &, multiplicando rationem antecedentem per l , fiet $l \times j$ ad $l \times r$, ut sinus ipsius ONi ad sinum ipsius NMH. Porro est l ad R , ut sinus anguli KLI, five ONi, ad sinum anguli MLR, five LMG; &, multiplicando rationem antecedentem per j fiet $l \times j$ ad $R \times j$, ut sinus anguli ONi ad sinum ipsius LMG. Jam, permutando terminos utriusque proportionis, fiet $l \times j$ ad sin. ONi ut $l \times r$ ad sin. NMH; & $l \times j$ ad sin. ONi ut $R \times j$ ad sin. LMG. Quare, ex æqualitate rationis, est $l \times r$ ad $R \times j$ ut sin. NMH ad sin. LMG. Q. E. D.

XXXIV.

Modus dimetiendi Refractiones solidorum ad fluida accommodatur.

Ex hisce sic ostensis, Problema non inutile proficiscitur, quo Refractiones fluidorum eodem modo metiri possis, ac de solidis ostensum est ad Fig. 16., non adhibito instrumento H L K, quod in Fig. 15 describitur. Scilicet, ex laminis vitreis, in morem cunei connexis, vasculum prismiforme conficiatur, cujus acies, five angulus verticalis, sit grad. 80, circiter, vel 90. Istius autem anguli quantitatem exactissimâ mensurâ cognitâ habebis, ejusque dimidii sinum pro sinu Refractionis semper statues. Quo peracto, cum liquoris alicujus vis refractiva desideratur, vasculum cum illo liquore impleatur, & in tali situ disponatur, ut acies ejus à concursu

curfu refringentium planorum constituta, sit parallela ad horizontem, & perpendicularis ad Radios solares; atque ut illi Radii, per præfata refringentia plana trajecti, Refractiones ad ingressum & egressum æquales patiantur. Et ope quadrantis, ut ostensum erat ad *fig. 16.*, exploretur angulus Incidentiæ, cujus sinus ad præfatum sinum Refractionis erit, ut sinus Incidentiæ ad sinum Refractionis ex aere in liquorem propositum.

De mensura Refractionum.

XXXV.

Refractione aquæ, prout ipse dimensus sum, in Specimen ejus rei adducitur.

Instantiæ gratiâ, quo aquæ Refractionem cognoscerem, curavi, ut Prisma ligneum conficeretur, quale est *ABc*, in *fig. 19*, TAB. IV. cujus ille angulus *ACB*, quem pro verticali designabam, foret rectus, ceterique duo semirecti; & effeci, ut refringentia plana *Ac*, & *Bc*, per meditullium trajicerentur foramine *F*, parallelo ad basem *Ab*, per quod foramen Lux itura esset; & ut tertium planum *Ab* foderetur in *G*, usque dum aditus ad foramen *F* transverse pertingeret. Dein, sumptis duabus ex vitro lamellis, quas speculum contractum mihi subministravit, unam *DE* super meditullium plani *Bc* cæmento fixi, & alteram super meditullium alterius plani *Ac*, ut meatus *F* utrinque clauderetur. Tum, aquam pluvialem per orificium *G* in excavatum spatium infudi, & cum operculo ex subere conciso clausi. Atque adeò aqua, duabus vitreis lamellis ad angulum rectum inclinatis interjecta, vices subibat aquei Prismatis habentis angulum rectum. Eas autem laminas rectum angulum exactè comprehendere ex applicatione normæ cognovi; cujus ideo dimidium, grad. 45, pro angulo Refractionis habendum est. (Lem. 1. §. XXIX. *) Hoc Prisma dein ita statuebam ad ingressum Lucis in obscurum cubiculum, ut eadem foret utrinque Refractionis quantitas; &, ex altitudine Solis, & refractorum Radium Viriditatem exhibentium inclinatione ad horizontem, inveni angulum refractum esse 51°. 16', cujus dimidium

* Pag. 103. hujus.

Part I. 25°. 38', unà cum angulo Refractionis 45°, dabit angulum
Sectio II. Incidentiæ 70°. 38'. Horum verò angulorum 70°. 38', & 45°, sinus sunt 9434, & 7071, respectu finis 90 grad., seu 10000; quorum quidem numerorum ratio est paulò minor, quàm *Cartesiana* 250 ad 187, & paulò major, quàm 4 ad 3, nempe 4,002 ad 3; quæ tamen, à ratione $\frac{4}{3}$, tam parvâ differentiâ recedit, ut error fuit insensibilis, si posuerim esse, ut 4 ad 3; idque maximè, cum aquæ Refractio non perpetim eadem maneat, sed à caloris vicissitudine nonnihil patiatur, variosque densitatis gradus induat: Quod idem & aeri circumdanti contingit, qui à vaporibus etiam non solum variè incrassatur, sed & arctius, (auctâ atmosphæræ gravitate,) vel laxius comprimitur. Adde, quòd aquarum, ex diversis terrarum regionibus scaturientium, aut, vi Solis, in vapores & pluviam deinde conversarum, diversæ sint densitates, & internæ dispositiones ad refringendum, ortæ ex variis mineralium tincturis, quas è locis subterraneis extrahunt, & exhalationibus variè crassis & copiosis, quæ simul cum vaporibus in altum attolluntur.

XXXVI.

Præfatorum DEMONSTRATIO.

Problematis hujus, de Refractionis fluidorum mensurâ, sic soluti veritas constabit ex ostenso, quòd Refractionis in hoc Prismate, ex aquâ & vitris composito, eadem sit quantitas, quæ foret, si vitrum tolleretur, & aqua sola maneret aere circumdata.

TAB. V. ta. Sit itaque ABC Prisma, in *fig. 20.*, confectum ex laminis vitreis ACfd, & BCfe, (ut dictum est,) & aquâ dfe repletum. Et concipiatur, quòd DEF sit aqueum Prisma, immediate circumdatum aere, & omnino simile aquæ def circumclusæ vitro, similiterque positum; & incidant Radii paralleli ON, OX, in utrumque; quorum alter ON, refractus in N, M, L, & K, tendit ad H; alter verò OX, refractus in X, & Y, tendit ad Z. Dico jam, quòd emergentes KH, & YZ, erunt paralleli;

ralleli; atque adeò, quòd, in utroque Prismate, tota Refractionum quantitas erit eadem. Etenim, in *fig. 18.*, si Radius *om* ipsi *ON* parallelus incidat in vitream laminam *A*, emergatque in *lk*, notum est, quòd Radius *lk* erit parallelus ipsi *om*, hoc est, ipsis *ON* & *LK*; &, cùm *lk* & *LK* sint paralleli, erunt etiam *ml* & *ML* paralleli. Unde liquet propositum, quòd quantitas Refractionis, ex aere in medium quodvis propositum, sit eadem, five Radii immediatè ingrediantur istud medium ex aere, (ut sit ad *oml*,) five priùs permeent aliud medium interpositum & parallelis planis terminatum, (uti sit ad *ONML*,) & è contra. Atque idem intellige, cùm, vice aeris, aliud quodpiam adhibetur medium. Quare, in *fig. 20.*, cùm paralleli Radii *OX* & *ON* incidant in Prismata *DFE* & *ACB* similia & similiter posita, Refractionis quantitas ex aere in aquam erit eadem, five Radii immediatè intrent, ut videre est ad *DEF*, five priùs permeent lamellam vitream *AdfC*; hoc est, Radius *XY* semel refractus erit parallelus *ML* bis refracto; &, ob eandem rationem, cùm *XY* & *ML* sint paralleli, Radii emergentes *YZ* & *KH* erunt etiam paralleli. Quare, cùm Radii incidentes & emergentes sint paralleli, Refractio tota Prismatis utriusque erit eadem. Atque adeò, cùm aqueum Prisma aeri contiguum, propter aquæ fluiditatem, fabricari nequeat, ejus vice liceat adhibere vitreum Prisma cum aquâ repletum. Q. E. D.

TAB. V.

Et sic modus generalis, quo Refractiones ex aere in quâlibet media proposita determinantur, ostensus est; facillimus quidem & erroribus minimè obnoxius; præsertim, si angulus Prismatis sit magnus & exactè cognitus, quadrans magnus & accuratus, & observatio facta longè post Prisma, ubi Colores multùm dilatati faciliùs distinguuntur. Et præterea, cùm Refractiones inter aerem & media proposita sic experientiis determinantur, indicata est regula, (§. XXXII., *) quâ mediorum eorundem sibi ipsis contiguorum Refractiones eliciantur. Quod satis est, in gratiam primi casûs, de Refractionibus dimetiendis, cùm in eodem quopiam Radiorum genere proportio sinûs Incidentiæ & Refractionis quæritur, ostendisse.

* Pag. 106. hujus.

XXXVII

Radiatorum diversi generis Refractiones conferuntur, & maxima Refrangibilitatis differentia investigatur.

- Prosequendus est jam alter casus, ubi heterogeneorum Radiorum Refractiones conferendæ sunt. Quod autem sinus Refractionis cujusque Radiorum generis sit ad sinum Incidentiæ in datâ quâdam ratione, experiri possis dimetiendo Refractiones singulorum insigniorum generum, juxta varias obliquitates in medium
- TAB. III. aliquod refringens seorsim incidentium, veluti in aquam (ad Fig. 15) in vase stagnantem, vel in Prismata vitrea, quorum diversæ sint quantitates angulorum verticalium. Nam, per unum Prisma proportionem sinuum ad singula Radiorum genera investigare possis, prout ostenditur ad Fig. 16, deinde per alia Prismata, (vel ejusdem Prismatis alios, seu minores, seu majores, angulos,) exquirere, an eadem proportionem in aliis obliquitatibus obveniant. Atque ita (observationibus accuratissimè factis) simul constabit, Refractiones cujusque generis Radiorum secundum certas rationes sinuum peragi, & istorum sinuum rationes innotescant. Impræsentia verò, cum eandem esse cujusque Radii Refractionem cognoverim, sive heterogeneis Radiis, (ut in Lumine Solis nondum refracto,) commistus incidat, sive ab heterogeneis prius separatur: ostendam, quomodo per Refractionem immediati Luminis solaris hæ proportionem obtineri possint, imprimis determinando proportionem sinuum Refractionis inter se respectu ejusdem Incidentiæ, ac deinde cum communi sinu Incidentiæ conferendo. Et, quoniam de intermediis Radiorum generibus facile esset judicium ferre, si modò Refractiones extremorum essent cognitæ, satisfacere, si Radios maxime omnium refrangibiles cum minime refrangibilibus comparare.
- TAB. V. vero. Itaque, in Fig. 21, sit ABC Prisma vitreum ita positum, ut Radii, tum ingredienti, tum egredientes, eandem quantitatem Refractionis, ut prius, patiantur. Dies autem seligatur splendidus, & cubiculum esto valde obscurum, ut Colores usque ad ultimum

Fig. 10.

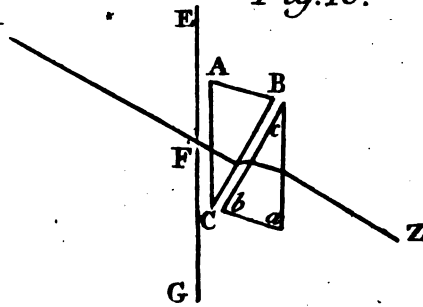


Fig. 11.

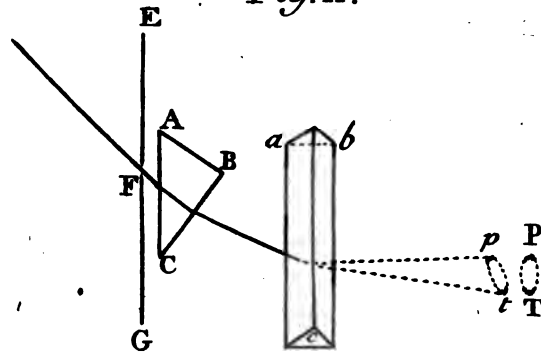


Fig. 12.

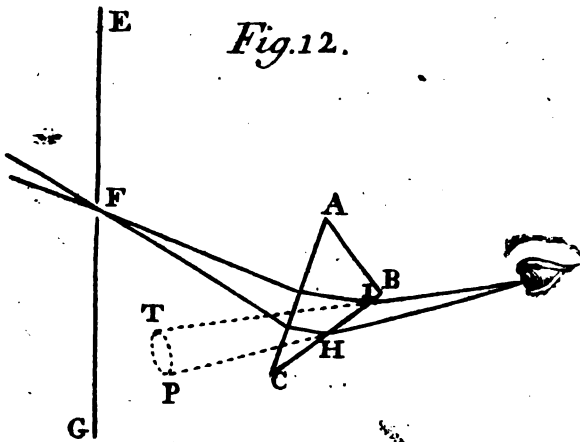


Fig. 13.

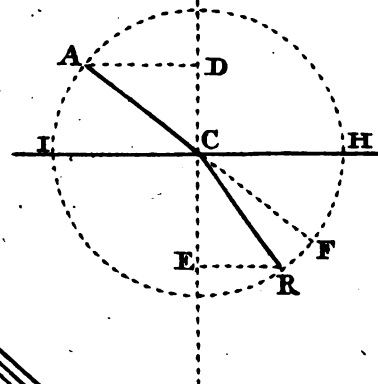


Fig. 14.

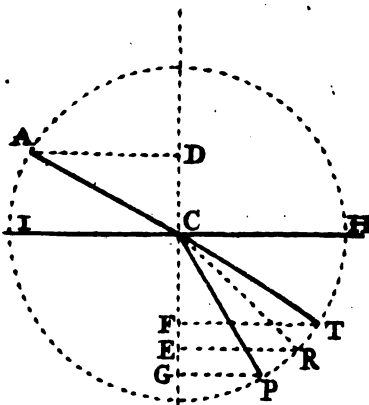
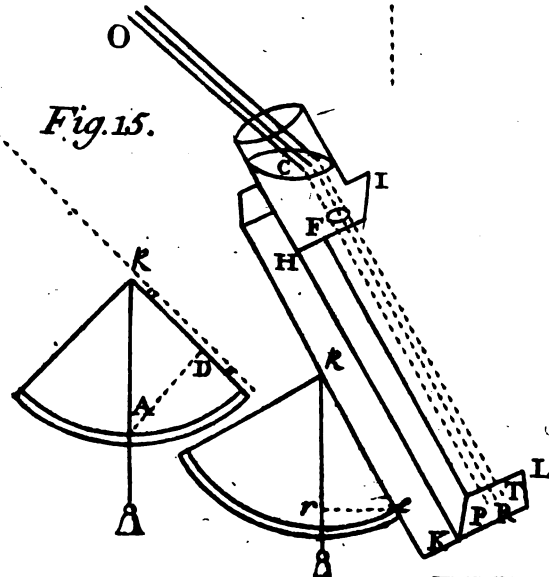


Fig. 15.



XXXVII.

Radiatorum diversi generis Refractiones conferuntur, & maxime Refrangibilitatis differentia investigatur.

- Prosequendus est jam alter casus, ubi heterogeneorum Radiorum Refractiones conferendæ sunt. Quod autem sinus Refractionis cujusque Radiorum generis sit ad sinum Incidentiæ in datâ quâdam ratione, experiri possis dimetiendo Refractiones singulorum insigniorum generum, juxta varias obliquitates in medium
- TAB. III. aliquod refringens seorsim incidentium, veluti in aquam (ad Fig. 15) in vase stagnantem, vel in Prismata vitrea, quorum diversæ sint quantitates angulorum verticalium. Nam, per unum Prisma proportionem sinuum ad singula Radiorum genera investigare possis, prout ostenditur ad Fig. 16, deinde per alia Prismata, (vel ejusdem Prismatis alios, seu minores, seu majores, angulos,) exquirere, an eadem proportionem in aliis obliquitatibus obveniant. Atque ita (observationibus accuratissimè factis) simul constabit, Refractiones cujusque generis Radiorum secundum certas rationes sinuum peragi, & istorum sinuum rationes innotescant. Impræsentia verò, cum eandem esse cujusque Radii Refractionem cognoverim, sive heterogeneis Radiis, (ut in Lumine Solis nondum refracto,) commistus incidat, sive ab heterogeneis prius separatur: ostendam, quomodo per Refractionem immediati Luminis solaris hæ proportionem obtineri possint, imprimis determinando proportionem sinuum Refractionis inter se respectu ejusdem Incidentiæ, ac deinde cum communi sinu Incidentiæ conferendo. Et, quoniam de intermediis Radiorum generibus facile esset judicium ferre, si modò Refractiones extremorum essent cognitæ, satisfecero, si Radios maxime omnium refrangibiles cum minimè refrangibilibus comparavero.
- TAB. V. Itaque, in Fig. 21, sit ABC Prisma vitreum ita positum, ut Radii, tum ingredienti, tum egredientes, eandem quantitatem Refractionis, ut prius, patiantur. Dies autem seligatur splendidus, & cubiculum esto valde obscurum, ut Colores usque ad ult-

Fig.10.

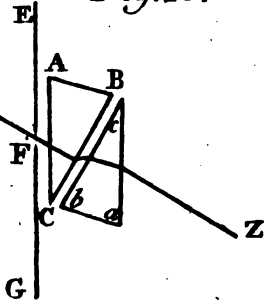


Fig. 11.

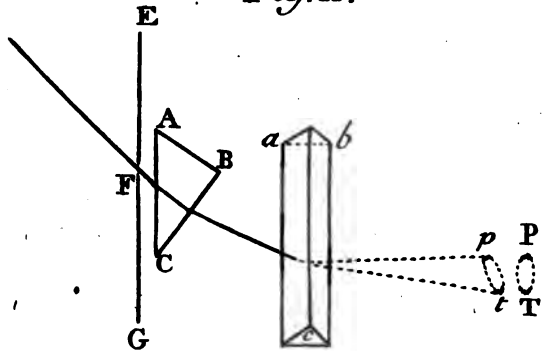


Fig.12.

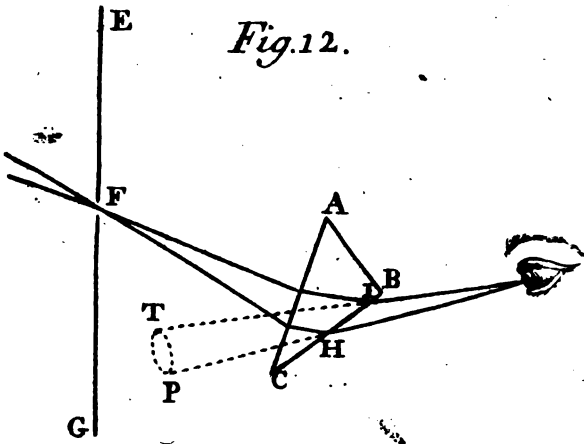


Fig.13.

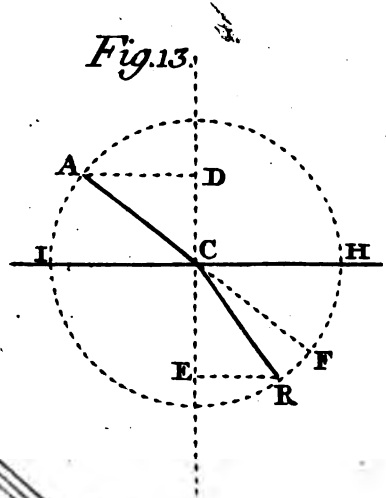


Fig.14.

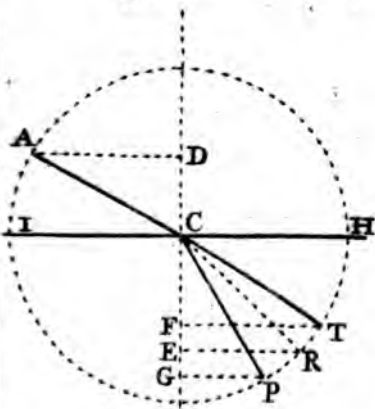
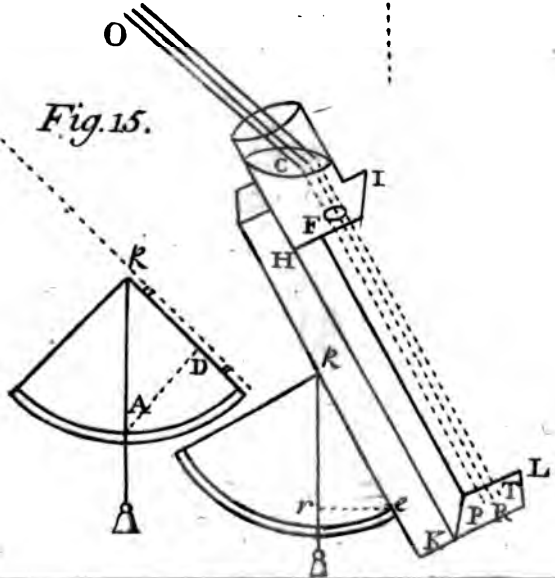


Fig. 15.



ultima, quæ occupent, spatia distinctè satis videri possint. Tunc ad distantiam viginti pedum, aut ampliùs à Prismate, Radii ex-
cipiantur in papyrum aliquam directè obversam, & spatii à Co-
loribus illuminati, (ut PT,) longitudo & latitudo mensuretur. De mensurâ Refractionis.
Sic, Prismate adhibito, cujus angulus verticalis ACB fuit 63° .
 $12'$, & latitudine foraminis Radios intromittentis existente quartâ
parte digiti, ad distantiam XP, vel XT, 22 pedum, inveni
maximam longitudinem imaginis PT esse $13\frac{1}{4}$ dig., circiter, &
latitudinem $2\frac{5}{8}$ dig. Jam, si latitudo hujus imaginis ab ejus
longitudine subtrahatur, manebit $10\frac{5}{8}$ digiti pro longitudine,
quam habere debuisset, si Solis discus, (& foraminis F diameter,)
fuiſſet infinitè parvus; hoc est, si Radii advenissent omnes in
eâdem rectâ OF. Ista itaque linea $10\frac{5}{8}$ dig. subtendit angulum,
quem Radii duo similiter incidentes per inæqualitatem Refractio-
nis constituunt, quorum alter maximè omnium similiter inciden-
tium, & alter minimè omnium refringitur, qui proinde angulus
ex calculo reperitur 2° , $18'$. Verùm, cùm angulus iste binâ
Refractione ad X & Y conficiatur; & præterea, cùm utraque
supponatur æqualis, calculus ad hoc negotium satis accuratus ex
unicâ tantùm Refractione poterit institui, puta, quæ conficitur ad
latus BC. Etenim, si verticalis angulus ACB plano DC bisece-
tur, & alterum Prismatis dimidium DCB, vel DCA, concipia-
tur tolli, Refractio ad alterum dimidium facta, Radiis obliquè in-
cidentibus in AC, & perpendiculariter emergentibus è latere DC,
vel perpendiculariter incidentibus in latus DC secundùm unicam
lineam quandam XY, & obliquè emergentibus è latere BC:
Refractio, inquam, sic ad alterum dimidium facta, foret semiffis
Refractionis ad integrum Prisma, si modò unicum quodpiam Ra-
diorum mediocriter refrangibilium genus spectetur. Quinetiam, si
cetera omnia Radiorum genera simul spectentur, assertio illa, licet
non ampliùs sit absolutè vera, tamen veritati tam proximè accedet,
ut, quoad sensum & calculum mechanicum, pro verâ habeatur.
Quamobrem, cùm Refractionis utriusque ad X & Y peractæ
computatio geometrica ægrius institui possit, istud, more ad pra-
xin magis accommodato utut mechanico, perficere non verebor;

Is. Newtoni Opuscula. Tom. II.

P

con-

Pars I.
Sectio II.

confusus id mihi vitio verti non debere, si, dum computationes rebus physicis adhibeo, minutias, quæ operam moleste & sine fructu producerent, missas faciam. Refractionem itaque ex unicâ tantum parte Prismatis perpendam; &, quoniam omnes Radii, demptis mediocriter refrangibilibus, à dimidio ACD bis deberent refringi, & semel tantum ab altero dimidio DCB, perpendiculariter ingressi latus planum DC secundum lineam XY; itaque in dimidio DCB fiat calculus, hoc est, ad latus planum BC. Supposito, quòd omnibus Radiis secundum eandem lineam XY allapsis, angulus, quem maximè refrangibiles cum minimè refrangibilibus, postquam refringerentur à latere BC, constituerent, foret dimidium anguli PYT; hoc est, $1^{\circ} 9'$. Jam, cum angulus Incidentiæ Radii XY, ex præmonstratis, sit $31^{\circ} 36'$; & angulus Refractionis mediocris $54^{\circ} 10'$; transferantur hæc om-

TAB. V. nia in *schema* 22, ponendo, quòd CB sit superficies disternans medium vitreum versùs A, & aereum versùs F, & quòd angulus Incidentiæ XYH sit $31^{\circ} 36'$; eritque angulus Refractionis RYF $54^{\circ} 10'$; & angulus PYT, $1^{\circ} 9'$; differentia nempe Refractionis inter maximè refrangibiles YP, & minimè refrangibiles YT. Qui angulus à Radio YR mediocriter refracto, & confinium cærulei & viridis occupante, bifecatur. Ac proin angulus PYR, vel RYT, erit $34\frac{1}{2}$ min., dimidium totius PYT. Adeoque, angulus PYE 54 grad. $44\frac{1}{2}$ min., & angulus TYE 53 grad. $35\frac{1}{2}$ min., & eorum sinus PG ac FT erunt 81656 & 80481, quorum proportionem ad simpliciores numeros redactâ, erit PG ad TF ut $69\frac{1}{2}$ ad $68\frac{1}{2}$, circiter. Ad hunc modum experimenta & calculum cum sæpius instituerim, horum sinuum proportionem inter terminos 67 ad 66, & 72 ad 71, semper obtulerunt; sed, ut plurimum, incidi in proportionem 69 ad 68, $69\frac{1}{2}$ ad $68\frac{1}{2}$, & 70 ad 69, quarum tantilla est differentia, ut parvi interest quænam adhibeatur.

XXXVIII.

Fig. 16.

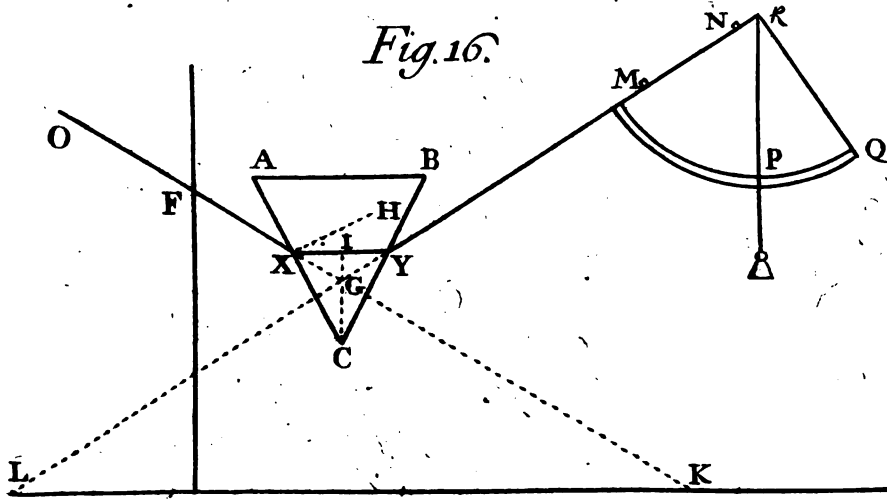


Fig. 17.

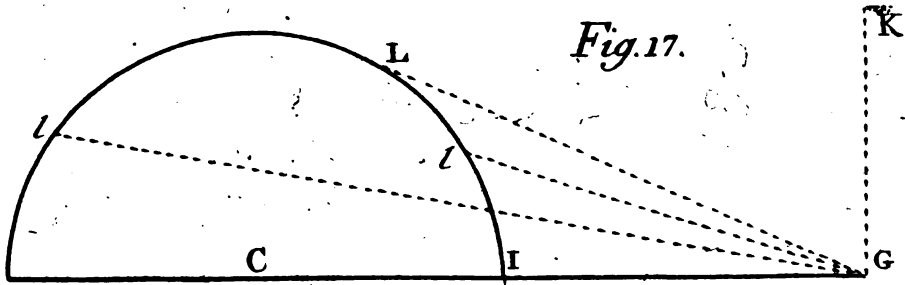


Fig. 18.

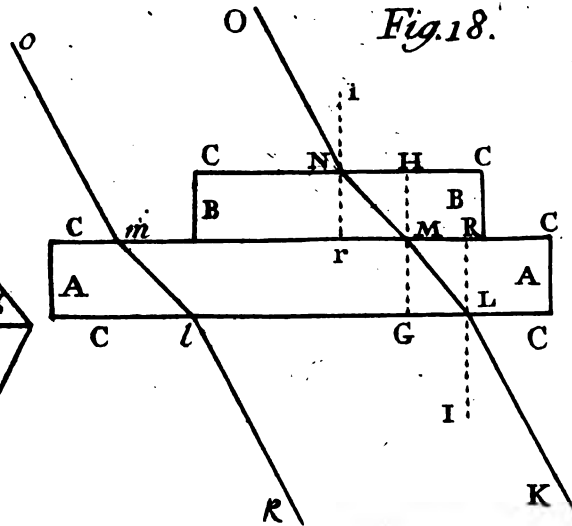
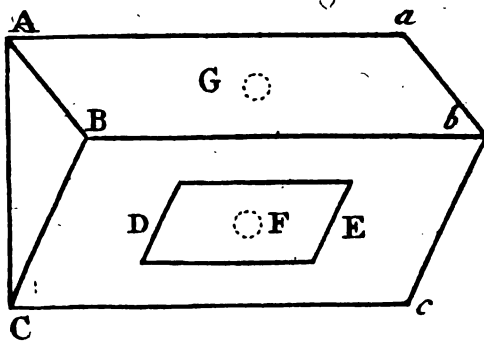


Fig. 19.



XXXVIII.

*Illarum Refractionum sinus ad communem sinum Incidentiæ con-
feruntur.*

Ratione sinuum Refractionis pro extremis Radiorum simili-
ter incidentium generibus sic inventâ, eorum computatio ad si-
num Incidentiæ simul innotescit; quippe, qui paulò antè inven-
tus est 52400; &, conferendo hunc 52400 ad sinus 81656
& 80481, eorum ratio in minoribus numeris reperietur $44\frac{1}{2}$
ad $69\frac{1}{2}$, & $68\frac{1}{2}$; aut $44\frac{1}{4}$, ad 69, & 68 ferè. Refractionibus
nempe ex vitro in aere peractis.

XXXIX.

*Radiorum, ad oppositas partes ejusdem refringentis superficiei in-
cidentium, sinus sunt reciproce proportionales.*

Quòd si Radii è contra ex aere in vitrum similiter incident;
proportiones sinuum nullo negotio ex jam inventis eruuntur, ut-
pote, quæ sunt reciprocæ. Sit I communis sinus Incidentiæ è vi-
tro in aerem; P sinus Refractionis maximè refrangibilium Radio-
rum; R mediocriter refrangibilium; & T minimè refrangibilium.

Dico, quòd ex horum reciproce proportionibus, (si $\frac{I}{T}$ ponatur
esse sinus Incidentiæ ex aere in vitrum,) erit $\frac{I}{P}$ sinus Refra-

ctionis maximè refrangibilium Radiorum; $\frac{I}{R}$ sinus Refractionis

mediocriter refrangibilium; ac $\frac{I}{T}$ minimè Refrangibilium. Nam,

cùm sinus Incidentiæ Radii maximè refrangibilis è vitro in ae-
rem sit I, & sinus Refractionis P, Radii ejus, ex aere in vitrum
per easdem lineas retroacti, sinus Incidentiæ erit P, & sinus Re-
fractionis I; siquidem jam Radius est incidens, qui priùs fuerit

P 2

refra-

Pars I.
Sectio II.

refractus. Est ergo sinus Incidentiæ Radii maximè refrangibilis, ex aere in vitrum utcunque incidentis, ad sinum Refractionis, ut P ad I, hoc est, (applicando terminos rationis ad P,) ut 1 ad $\frac{I}{P}$; hoc est, (applicando ad I denuo,) ut $\frac{I}{I}$ ad $\frac{I}{P}$: Et simili argumento constabit ejusmodi sinus Radii mediocriter refrangibilis esse, ut $\frac{I}{I}$ ad $\frac{I}{R}$; & sinus minimè refrangibilis, ut $\frac{I}{I}$ ad $\frac{I}{T}$. Liquet ergo, quòd, posito $\frac{I}{I}$ communi sinu Incidentiæ, erunt $\frac{I}{P}$, $\frac{I}{R}$, & $\frac{I}{T}$, singulorum generum, respectivè, sinus.

XL.

Illustratur Refractio vitri.

Rem numeris illustro. Cùm $44\frac{1}{4}$ ad 69, & 68, sit ratio sinus communis Incidentiæ ad sinus maximè discrepantium Refractionum è vitro in aerem: sinus Incidentiæ communis, ad sinum Refractionis ex aere in vitrum erit, ut $\frac{I}{44\frac{1}{4}}$ ad $\frac{I}{69}$, & $\frac{I}{68}$, sive $\frac{69 \times 68}{44\frac{1}{4}}$ (= 106 ferè) ad 68, & 69. Hoc est, pro Radiis maximè refrangibilibus sinus Incidentiæ ad sinum Refractionis ut 106 ad 68, & pro minimè refrangibilibus, ut 106 ad 69.

XLI.

E Refractionibus extremorum generum facile est de intermediis conjecturam facere.

Hiscæ sic determinatis, rationes sinuum pro Radiis intermediis facilè determinantur ex cognitis Colorum distantis, quas in imagine coloratâ observant. Sic, Radii, qui ad cæruleum paulò magis, quàm ad flavum vergunt, cùm in mediam imaginem cadant, inter-

intermediam rationem sinuum $44\frac{1}{2}$ ad $68\frac{1}{2}$, vel 106 ad $68\frac{1}{2}$, circiter, habebunt, & sic de aliis.

De mensura Refractionum.

XLII.

THEOREMATE *ostenditur, quomodo è Refractionibus Radiorum heterogeneorum ad vitrum, vel quodvis medium, inter se determinatis, possunt etiam ad alia quælibet media aeris contigua Refractiones, sine novis experimentorum molestiis, inter se determinari.*

Ad eundem modum, quo Refractiones ad vitrum determinatæ sunt, id ipsum posset fieri ad alia media; sed è re erit, ut regulam jam ostendam, quâ Refractionum istarum mensuræ ex sinibus earum, sic ad vitrum determinatis, possunt determinari ad quodlibet aliud medium propositum; idque licet istud sit alii medio, quàm aeris contiguum. In Fig. 23. Sit AB superficies terminans aerem ex parte F, & vitrum ex parte G; ad cujus aliquod punctum X ducatur linea FXG ei perpendiculariter insistens; & præterea concipiatur rectam IX ad angulum IXA infinite parvum duci, secundum quam omnes omnium formarum Radii supponantur incidere, & in X refringi, puta, maximè refrangibiles versùs P, mediocriter refrangibiles versùs R, & minimè refrangibiles versùs T, aliòsque intermedios versùs intermedias plagas. Porro, ducatur linea quævis GH parallela ad lineam Incidentiæ IX, hoc est, perpendicularis ad FG; ea verò secet Radios in punctis P, R, & T, à quibus demittantur PC, RD, ac TE perpendiculares ad refringentem superficiem AB. His ad vitrum sic determinatis ac descriptis, si aliud quodvis medium in locum vitri jam concipiatur substitui, ceteris stantibus, & Radii alicujus mediocriter refrangibilis, secundum lineam IX incidentis ad X, refractus Xr ducatur secans rectam DR in r. Quod fieri suppono, siquidem modum, quo mediocriter refrangibilium Refractiones ad media quælibet investigari possunt, antehac exposui.

P 3

Dein

Part I. Dein per punctum r ducatur recta pz secans lineas CP, & ET,
Seccio II. in p , & z perpendiculariter, junganturque pX , & zX . Dico,
 quod Radii maximè refrangibiles, secundùm dictam lineam IX
 incidentes, refringentur in lineam Xp , & minimè refrangibiles
 in lineam Xz , radiique cujuscvis speciei, quos vitrum refringebat,
 ad quodlibet punctum PT, illi ad correspondens punctum rectæ
 pz per alterum dictum medium refringentur, quod pro vitro sup-
 ponitur substitui; istis punctis linearum PT, & pz habitis pro
 correspondentibus, per quæ recta quævis parallela ipsi DR transit.
 Patet itaque modus, quo Refractiones quorumvis Radiorum, ex
 aere in quodlibet medium propositum obliquitate maximâ inci-
 dentium, determinari poterunt, cognitâ unci tantùm Radiorum
 generis in istud medium Refractione; & proportionibus sinuum ex
 obliquissimâ istâ Refractione determinatis, eorundem Radiorum Re-
 fractiones dabuntur ad quamlibet aliam datam Incidentiam.

XLIII.

De Theorematis illius certitudine.

Hujus quidem Theorematis certitudinem ab experimentis non-
 dum habeo depromptam; sed, cùm à veritate vix multùm discre-
 pare videatur, nihil veritus sum in presentia gratis assumere. Post-
 hac fortè, vel experientia confirmabo, vel, si falsum invenero,
 corrigam.

XLIV.

*De proportionem quarundam linearum, quæ computo per hoc
Theorema instituendo inserviat.*

Calculus quod attinet, is facile potest institui ex hac propor-
 tionalitate, quod sinus Incidentiæ Radii IX, (hoc est, sinus 90
 grad.,) sit ad sinum Refractionis, (puta, quæ facta sit in lineam
 XR,) sicut XR ad RG. Sic ad vitrum, erit XR. RG:: 106.
 68½, & XP, PG:: 106. 68, & XT. TG:: 106. 69; &
 inde

Fig. 20.

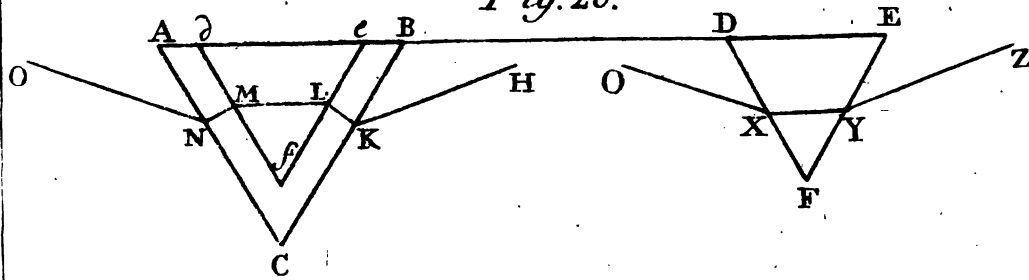


Fig. 21.

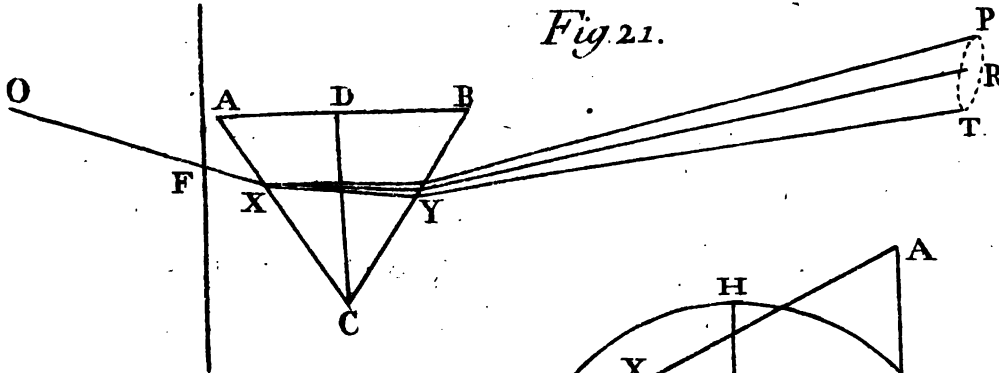


Fig. 22.

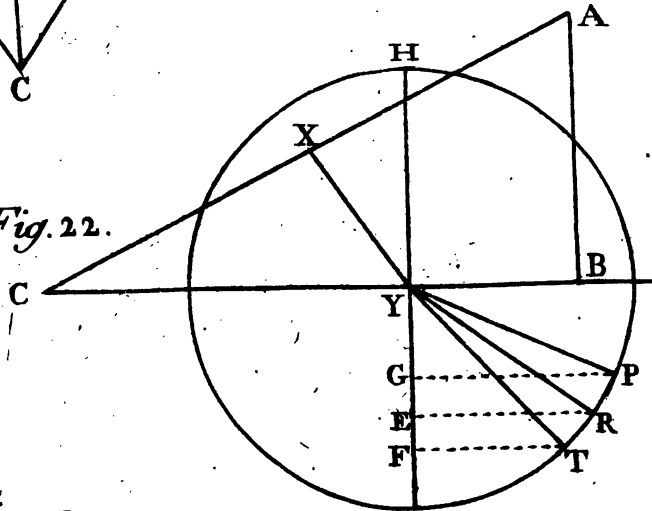
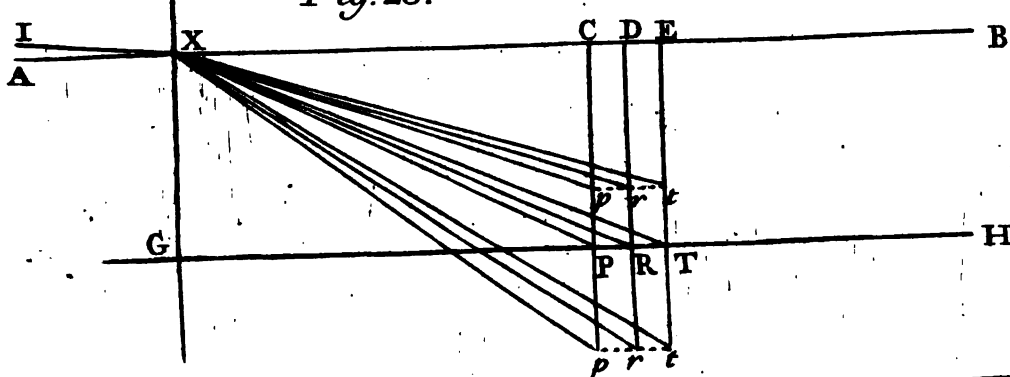


Fig. 23.



inde deducetur, quòd GP. GR. GT:: 39. 39½. 40. Quæ proportionibus semel inventæ possunt in eum finem asservari, ut earum ope Refractiones ad alia media, quàm vitra, determinentur. Nam, quolibet medio proposito, sumatur $XE = 40$, $DE = \frac{1}{2}$, & $CD = \frac{1}{2}$, atque perpendiculara CP, DR, ET erigantur. Tunc, ex datâ sinuum Refractionis Radiorum mediocriter refrangibilium proportionibus, hoc est, ex datâ proportionibus ipsius Xr ad XD , dabitur punctum r & longitudo Dr , cui æquales sunt Cp & Et : punctisque p ac t sic datis, dantur rationes ipsarum Xp & XC , hoc est, sinuum Incidentiæ & Refractionis pro Radiis maximè refrangibilibus; ut & rationes ipsarum Xt & XE , hoc est, sinuum Incidentiæ & Refractionis pro Radiis minimè refrangibilibus. Sic, pro superficie aquam & aerem determinante, sinus isti sunt ut 68 ad 90, pro minimè refrangibilibus; & ut 68 ad 91, pro maximè refrangibilibus, proximè.

De mensura Refractionum.

XLV.

THEOREMA aliud, ad idem peragendum.

Proportionibus linearum XC , XD , & XE sic inventis, mensura Refractionum, ex aere in medium quodvis propositum & ad quamlibet Incidentiam factarum, per aliud insuper Theorema non inelegans determinari potest. In lineâ FX , (*fig. 24.*) ad *TAB. VI.* refringens planum AB perpendiculari, sumatur punctum aliquod F , quod lucidum fingatur; ac ducatur quælibet Fd secans AB in d , eaque concipiatur esse mediocriter refrangibilis Radius, cujus refractus ex aere in medium propositum esto dM , qui retroductus secet FX in f . Porro fiat $Fd. Fe :: XD. XE$, ($:: 39\frac{1}{2}. 40$;) & $Fd. Fc :: XD. XC$, ($:: 39\frac{1}{2}. 39$;) centroque F , & intervallis Fe & Fc describantur circuli secantes AB in e & c ; junganturque Fe , Fc , fe , fc , & producantur fe & fc indefinitè versùs N & L . Dico jam, si Radius minimè refran-

Part I.
Sectio II.

refrangibilis incidat secundum lineam Fc , quod iste refringetur in lineam eN ; & si maximè refrangibilis incidat secundum Fc , quod iste refringetur secundum cL ; & sic Radii quorumlibet intermediorum generum manantes à puncto F , & in puncta sibi correspondentia, inter c & e , incidentes, ita refringentur à medio proposito, quasi manassent omnes à puncto f ; istis punctis inter C & E , atque c & e , habitis pro correspondentibus, quorum distantia ab X & F respectivè, sunt in eadem ratione cum DX & dF . Cujus Theorematis demonstrationi præsternantur duo Lemmata sequentia.

XLVI.

Ad ejus Theorematis demonstrationem.

L E M M A I.

TAB. VI. Duobus punctis c , d , in lineâ quâpiam AB , (*fig. 24.*) sumptis; & aliis duobus f , & F , in ejus perpendiculo FX ; junctisque fd , Fd , fc , & Fc , differentia quadratorum à duobus fd , & Fd , concurrentibus ad d , æquabitur differentia quadratorum ab aliis duobus fc , & Fc , concurrentibus ad c . Nam, cum $fdq = fXq + Xdq$; & $Fdq = FXq + Xdq$; erit differentia $fdq - Fdq = fXq - FXq$; & ob eandem rationem, erit differentia $fcq - Fcq = fXq - FXq$. Quare dictæ differentia, sic æquales eidem tertio, sunt æquales inter se. Q. E. D.

XLVII.

L E M M A II.

TAB. VI. Si Radius aliquis FG , (*fig. 25.*) incidat in superficiem AB , & refringatur versùs H ; lineâ GH retroductâ, ut secet perpendiculum FX in f , dico, quod fG ad FG est ut sinus Incidentia

dentia ad sinum Refractionis. Et è contra, si fG ad FG sit ut sin. Incidentia ad sinum Refractionis, erit fGH refractus ipsius FG . Etenim fumatur $fK = FG$, & demittatur KL perpendicularis ad FX ; quo facto, cum angulus GFX æquetur angulo Incidentia, & angulus GfX angulo Refractionis, erit GX sinus Incidentia, & KL sinus Refractionis, (habito respectu ad circum, cujus semidiameter sit FG , vel fK ,) sed $fG. fK :: GX. KL$; hoc est, $fG. FG :: GX. KL$. Q. E. D.

De mensura Refractionum.

XLVIII.

DEMONSTRATIO.

His præmissis, Theorema propositum sic demonstratur. In *fig. 24.* ducatur IX obliquissima linea, secundum quam Radii omnium formarum ex aere ad X incidere ponantur, & in medium propositum refringi; mediocriter refrangibiles versus r ; maximè refrangibiles versus p ; & minimè refrangibiles versus t ; eosque lineæ ad puncta D, C , & E normaliter erectæ secant in punctis r, p , ac t , ut explicabatur ad *Fig. 23.* Jam, cum istorum Radiorum sinus Incidentia & Refractionis statuatur esse, ut Xr ad XD ; Xp ad XC ; & Xt ad XE , respectivè; si præterea demonstratum fuerit, quod fd ad Fd ; fc ad Fc ; & fe ad Fe , respectivè, sint in eadem ratione, (hoc est, quod $fd. Fd :: Xr. XD ::$ sinus Incidentia ad sinum Refractionis Radiorum mediocriter refrangibilium; & $fc. Fc :: Xp. XC ::$ sinus Incidentia ad sinum Refractionis Radiorum, maximè refrangibilium,) constabit propositum ex Lemmate secundo. Et, mediocriter refrangibiles quod attinet, cum fd supponatur refractus ipsius Fd , erit (per Lemma secundum) fd ad Fd , ut sinus Incidentia ad sinum Refractionis, hoc est, ut Xr ad XD . Sed eadem proportionalitas in ceteris Radiorum generibus jam demonstranda proponitur, puta, quod sit $fc. Fc :: Xp. XC$. Scilicet est $Fc. Fd :: XC. XD$; ut & $Fd. fd :: XD. Xr$, per hypothesein. Quare, permutando & connectendo rationes æquales, est $Fc. XC :: Fd. XD ::$

TAB. VI.

Is. Newtoni Opuscula Tom. II.

Q

fd .

Part. I.
Sectio. II.

fd . Xr ; & quadrando Fcq . XCq : : Fdq . XDq : : fdq .
 Xrq ; diminuendòque per terminos æqualis rationis, Fcq . XCq : :
 fdq — Fdq , (five, per Lemma 1., fcq — Fcq ,) Xrq —
 XDq , (five Cpq); & augendo per terminos æqualis rationis,
 Fcq . XCq : : fcq . Cpq + XCq (Xpq); denique, termi-
 norum radices extrahendo, permutandòque, est fc . Fc : : Xp .
 XC . Quare fc , five cL , est refractus ipsius Fc , per Lemma
 secundum. Q. E. D.

Et eodem argumento patebit, quòd cN sit refractus Radii
 Fc . Dèque aliis Radiis, pro variis Refrangibilitatis gradibus in-
 termedia spatia variè occupantibus, idem intelligendum est.

XLIX.

*Heterogeneorum Refractiones, à superficiebus aeri neutrâ ex par-
 te contiguis, THEOREMATE etiam determinantur.*

De Refractionibus superficierum aeri contiguarum mensuran-
 dis hæc satis; quòd si desideretur id ipsum ad alias superficies
 TAB. VI. aeri ex parte neutrâ contiguas fieri, sunt (in Fig. 26.) $ABbH$,
 & $abnm$, duo quælibet media secundum planam superficiem
 Hb contigua, & aere circumdata; sitque AB planum ipsi Hb
 parallelum; & in eo fumatur punctum X ; ad quod ducatur
 XV perpendicularis, & IX obliquissima linea, secundum quam,
 (ut jam antè,) Radii omnium formarum incident, & , pro gradu
 Refrangibilitatis, refringantur ad P , R , & T , aliaque interme-
 dia loca. Horum Radiorum, in propositam superficiem ab sic
 incidentium, Refractiones jam quærantur; & , cum Refractiones
 mediocriter refrangibilium ad quælibet superficies fuerint antehac
 expositæ, Radii XR sit refractus RM , & is retroducatur, donec
 secet perpendiculum XV in f ; & insuper ducantur fP , fT ,
 & producantur ad L & N . Dico, quòd PL erit refractus ipsius
 XP , ac TN ipsius XT , atque omnes aliarum formarum Radii
 incidentes inter P ac T ita refringentur, ut postea divergant à
 puncto f . Concipiatur enim, quòd medium $abnm$ longius, ver-
 sus

sus am , producitur quàm medium $ABbH$, ita ut ejus plani aHb pars inter H & a sit aeri contigua; & ad aliquod in eo punctum F ducatur perpendicularis Fg , nec non obliquissima linea iF , secundum quam Radii omnium formarum incident, & pro gradu Refrangibilitatis, refringantur ad p , r , t , locaque intermedia, perinde ut effectum erat ad alterius medii superficiem AB . Præterea, sumatur $FD=GR$, & ducatur Dr ipsi Fg parallela, ut secet Radium Fr in r , unde rg demittatur ad Fg normalis, aliosque Radios Fp & Ft secans in p , ac t . Jam, cum sit $gr=GR$, erit etiam $gp=GP$, & $gt=GT$, ex ostensis ad *Fig. 23*; & insuper, ex ostensis ad *Fig. 18*, cum Radiorum secundum IX & iF lineas parallelas incidentium eadem sit Refractio in medium $abnm$; sive immediate ingrediantur ex aere, sicut fit ad F ; sive prius permeent aliud medium ut $ABbH$ parallelis planis terminatum: sequitur, quod Radii, alterutro modo refracti in dictum medium $abnm$, sunt paralleli Radiis homogeneis altero modo in idem medium refractis, hoc est, quod Fp ad PL ; Fr ad RM , & Ft ad TN sunt paralleli. Quapropter, si refracti Radii PL , RM , ac TN retroducantur, donec singuli occurrunt perpendiculari GX , cum eo & basibus GP , GR ac GT constituent triangula similia triangulis gpF , grF , & gtF , imò & ipsis æqualia, siquidem eorum bases gp & GP ; gr & GR ; gt & GT sibimet respectivè sint æquales. Quare, cum horum triangulorum vertices conveniant ad idem punctum F , illorum etiam vertices ad idem aliquod punctum f convenient; hoc est, Radii PL , RM , ac TN , ipsorum XP , XR , & XT refracti, divergent omnes ab eodem puncto f . Q. E. D.

L.

THEOREMA illud notis quibusdam promoveatur.

Ostenso hoc, sequentia obveniunt notanda. 1. Quod proportionales sinuum Incidentiæ & Refractionis, ad superficiem Hb factæ, ex his faciliè determinantur. Nam, pro Radiis maximè re-

Q 2

fran-

Part I. frangibilibus sinus isti sunt ut fP ad $P\alpha$, & pro minimè refrangibilibus ut fT ad XT ; &c.

Section II.

2. Hinc, si proportionès sinuum Refractionis ex aere in duo quælibet media proposita, paribus Incidentiis, dentur; proportionès sinuum Refractionis ex altero mediorum in alterum facile dabuntur; dividendo nempe sinus posterioris medii per correspondentes sinus anterioris. Sic, cùm Refractio fit ex aere in vitrum, dicti sinus sunt ut 68, $68\frac{1}{2}$, 69; & cùm fit ex aere in aquam, sunt ut 90, $90\frac{1}{2}$, 91. Ergo, cùm fit ex aquâ in vitrum erunt, ut $\frac{68}{90}$, $\frac{68\frac{1}{2}}{90\frac{1}{2}}$, $\frac{69}{91}$, hoc est, ut 281, $281\frac{1}{2}$, 282, ferè.

3. Si tertium aliquod medium aere densius postponatur medio $abnm$, contingens illud in superficie mn , quæ concipiatur plana ipsisque AB & ab parallela; & si Radii divergentes à puncto f , (sicut modò ostensum erat,) in illud incendant ad puncta L , M , & N ; postquàm in iisdem refringuntur, divergent rursus ab alio quodam puncto α , quod situm est in perpendiculo XG . Et sic præterea in infinitum, quotcunque licèt media parallelis planis ab invicem discreta, sese ordine sequantur. Quòd, si aer immediatè succedat medio $abnm$, punctum istud α , à quo emergentes Radii tendunt, situm erit ad V in ipsâ refringente superficie, propterea quòd emergent paralleli ad summè obliquam lineam IX , secundùm quam primùm incidebant ex aere; si modò emergere dicantur, qui nunquam divaricabant à refringenti superficie.

4. Si Radii ab aliquo puncto F , in aere sito, divergentes, tendant ad puncta c , d , e , eo more, quem ad *schema* 24 explicui; & per varia deinde plana refringentia ipsique AB parallela transeant, semper divergent omnes ab eodem aliquo puncto, quod situm est in perpendiculo planorum per punctum F transeunte, non secus, quàm si incidissent in planum AB , advenientes in obliquissimâ lineâ IX ; & longitudines Radiorum, punctis refringentibus dictoque perpendiculo interceptorum, sunt ut sinus Incidentiæ & Refractionis ad singula plana, quæ respiciunt. Quarum assertionum demonstrationes, cùm facillè eruantur è prædictis, præmitto, ne nimius in hac re videar.

P A R S

PARS PRIOR.

SECTIO TERTIA.

De Planorum Refractionibus.

POSITIS Refractionum legibus Radiorum per diversa media trajectorum, affectiones aliæ jam tradendæ sunt; & primò, Refractiones planorum, in gratiam doctrinæ de Coloribus post explicandæ, describam; deinde sphæricarum & aliarum superficierum proprietates enarrabo, tum ut Colorum exinde ortorum phænomena detegantur, tum ut instrumentorum opticis usibus inservientium constructio rectius innotescat. Imprimis autem plani solitarii Refractiones, deinde planorum Refractiones iteratas considerabo.

De plani solitarii Refractionibus.

Quod ad Radios ejusdem cujuscunque generis attinet, passionibus in Lectionibus Dris. BARROW (his fundamentis; quòd Radii Lucis in similari medio directi sunt; quòd eorum Refractio fit in superficie ad medii refringentis superficiem perpendiculari; & quòd sinus Incidentiæ perpetuò sunt proportionales sinibus Refractionum in aliud medium simile factarum) traduntur, & idcirco sufficiet aliquas sub formâ lemmaticarum Propositionum sine demonstrationibus hic recensuisse.

PROP. I.

* Radii cujuscunque refracti incidens, incidentis vicissim fit refractus.

PROP. II.

† Angulo Incidentiæ equali equalis, & majori major convenit, tum angulus Refractionis, tum refractus, & contra.

Q 3

PROP.

* BARROW Leß. Opt. L. III, Art. 3. † Ibid. Leß. III, Art. 4. & 6.

PROP. III.

* *Incidentium Radiorum refractos exhibere.*

Instantiam in Radiis ad medium densius è rariori divergentibus accipe.

TAB. VI. In Fig. 27. Sit F punctum Radios FR, Fr, aliosque innumeros versùs refringentem superficiem AR ejaculans; sitque FA Radius perpendicularis, quem produc ad K, ut sit AF ad AK, sicut sinus Refractionis ad sinum Incidentiæ; & ad K erige perpendiculum KL. Quo factò, Radios quoslibet incidentes FR, Fr, retrorsum produc, donec præfata KL occurrant in L & l; & in angulo FAR, inscribe $RD = RL$, & $rd = rl$. Quibus versùs M & m productis, habebis refractos Radios RM, & rm; & eadem ratione refractos quamplurimos confestim duces.

PROP. IV.

Radium data rectæ parallelum designare, cujus refractus per datum punctum transibit.

TAB. VI. In Fig. 28 sit AB superficies refringens, M punctum datum, & GH recta, cui Radius incidens debet esse parallelus. Et imprimis Radii secundùm GH incidentis duc refractum HI, per Prop. III.; eique parallelum age MR; & FR, datæ GH parallelè ductus, erit Radius incidens.

PROP. V.

Radium è dato puncto progredientem designare, cujus refractus evadet rectæ positione datæ parallelus.

Absolvitur ad modum quartæ Propositionis, denominatione Radiorum (secundùm Prop. I.) permutatâ.

PROP.

* BARLOW Lect. Opt. L. IV, Art. 5.

PROP. VI.

De Planorum Refractionibus.

Radium è dato puncto F procedentem designare, cujus refractionis per aliud punctum datum M transibit.

Per F & M, (Fig. 29.) ducantur refringenti perpendiculares, & Radio in medium densius incidente,) fiat AE ad AF, ut sinus Incidentiæ ad radicem differentiæ quadratorum à sinibus Incidentiæ & Refractionis. Item, T ad MI, ut sinus Refractionis ad eandem radicem. Anguloque AIM, per E transiens, ipsamque T adæquans, inscribatur recta RH; & connectantur FR, RM; nam ipsæ FR, RM, erunt Radii quæsit.

Cùm Radius incidit in medium rarius, appellatione (secundùm Prop. I.) commutatâ, absolvitur ut antè.

Ceterùm, quo pacto data recta angulo recto interferenda sit, quæ per punctum datum transibit, in *Leſſ. V. Dris.* † *BARROW*, per hyperbolæ & circuli intersectionem, ostenditur.

PROP. VII.

†† *Radiatorum ad planam superficiem divergentium, parallelorum, vel convergentium, refracti, itidem divergent, paralleli erunt, vel convergent, & è contra.*

PROP. VIII.

Punctum, à quo refracti illi Radii divergunt, vel ad quod convergunt, invenire.

CASUS I.

Cùm Radium definita sit inclinatio, duc refractos per Prop. III. IV. V., vel VI., & intersectionem habebis.

CASUS

† Art. 7. Sed idem D. *BARROW* hoc fecit generalius & concinnius in *Leſſ. Geom.* L. VI. Art. 2. †† *Ibid.* L. IV. Art. 2. &c.

CASUS II.

At, cum inclinatio existit quavis data indefinitè minor, eodem recidit Problema, ac si punctum in Radio obliquo refracto quæres, quod Radium alterutrinque jacentium intersectiones determinat & intercedit, quodque pro Radiationis centro, seu loco imaginis respectu oculi, per cujus pupillæ centrum Radius ille transigitur, haberi debet; ejus autem inventio ejusmodi est. In TAB. VII. *Fig. 30* sit DRM refractus cujusvis incidentis FRN, sitque F centrum Radiationis incidentium, (sive divergentium, sive convergentium) Radium; & FA, refringenti normaliter insistent, secet RM in D. Jam, ab A demitte ad hos Radios perpendiculara AG & AH; fac esse RF. Rf:FG. DH; & ipsius RM, aliorumque refractorum proximè RM utrinque jacentium centrum radiationis erit *f*. *

SCHOLIUM.

Ceterum punctum hoc *f* Radium in plano FAR jacentium concursus solummodo existit; nam, aliorum extra planum FAR jacentium refracti, nec in puncto *f*, nec ullibi omnino Radium Rf secabunt; si eos solummodo excipias, quorum incidentes jacent in superficie conicâ, cujus axis est AF, vertex F, & semiangulus AFR; utpote, qui omnes præfatum Rf in puncto D secabunt, quod in axe FA sit positum. Et hujus itaque Rf centra Radiationis præcipuè sunt duo, alterum *f*, à refractis jacentium in plano FAR effectum; & alterum F à refractis jacentium in conicis superficiebus axe FA, angulisque AFR, ADR descriptis. Ad reliquos autem Radios quod attinet, aliter circa FR quaquaversum positos; eorum refracti maximè appropinquant Radio Rf, alicubi inter D & *f*; adeò ut respectu Oculi, per cujus pupillæ centrum Radius RM transit, locus imaginis per totum spatium *f*D diffundi debeat: Vel potius, cum spatium *f*D sit unci tantum puncti F imago, debemus unicum aliquod in eo punctum, quod

* Vid. BARROW *Leç. Opt.* L. V. Art. 15. &c.

quod omnis Lucis ab eo versùs Oculum pergentis meditullium occupet, inter puncta D & f in mediâ, circiter, distantia inter-
 jacens, pro sensibili imagine statuere. Puncti verò illius accurata
 determinatio, cum omnium Radium ab F versùs Oculi pupillam
 refractorum habenda sit æstimatio, Problema solutu difficillimum
 præbebit, nisi hypothesi alicui, saltem verisimili si non accuratè
 veræ, innitatur assertio. Quemadmodum, cum Radii æquè multi
 à termino D aliisque vicinis punctis, ac à termino f aliisque pun-
 ctis similiter sibi vicinis, versùs Oculum videantur profuere; lo-
 cus imaginis ita debet in medio istorum terminorum statui, ut
 angulus, quem Radii duo à D & f ad idem quodpiam pupillæ
 punctum convergentes includant, à Radio ab illo visionis loco ad
 idem pupillæ punctum pergente, quàm proximè semper bisecetur.
 Quâ hypothesi admissâ, nihil aliud agendum est, quàm ut fiat
 $Mf + MD. MD :: fD. DZ$; & erit Z locus visionis puncti F
 quæsitus; posito nempe quòd M sit locus Oculi. Nam, cum po-
 natur $Mf + MD. MD :: fD. DZ$, erit divisim $Mf. MD ::$
 $fZ. DZ$; & proinde, (ductis tribus lineis à f , D , & Z , ad
 M , vel potius ad punctum quodpiam huic M indefinitè vicinum,)
 angulus, quem externæ duæ continent, ab interjacente lineâ (per
 3. 6. Elem.) quàm proximè semper bisecabitur.

His paucis circa Radios homogeneos in gratiam sequentium
 obiter notatis, ut eorum penitior cognitio habeatur, Lectiones,
 quas Vir Reverendus Dr. BARRON de iisdem fusiùs composuit,
 consulendas esse hortor; deque heterogeneis, sive dissimiliter re-
 frangibilibus Radiis pergo actutum differere.

P R O P. IX.

*E Radiis diversi generis, à puncto lucido fluentibus, soli pos-
 sunt ad focum, vel aliud commune punctum refringi, qui jacent
 in plano per utrumque punctum transcurrente, & ad planum refrin-
 gens perpendiculari.*

Part I.
Sectio III.

Utpote, cum Radii cujusque Refractio semper fiat in plano ad medii refringentis superficiem perpendiculari, & ejusmodi duo plana per utrumque punctum transire nequeant.

P R O P. X.

E Radiis diversorum generum à dato puncto fluentibus, quorum refracti ad aliud punctum datum convergunt, illi magis à lineâ rectâ, punctis concursuum sive Radiationum centris interjacente, divaricant, qui sunt magis refrangibiles.

TAB VII. Sint FPf , FQf (Fig. 31.) Radii dissimiles hinc & inde convenientes in $F&f$; & manifestum est, quòd non penitus coincident, quia sic par esset Refractio, contra hypothefin. Neque Radius magis refrangibilis potest esse rectæ Ff propior. Sic enim, propter obliquitatem ex parte medii densioris majorem, major esset ejus Refractio per Prop. II. *, & hypothefin; hoc est, angulus Fpf esset minor angulo FQf , contra 21. 1. Elem. Restat itaque, ut sit magis refrangibilis FPf , qui à rectâ Ff magis divaricat.

L E M M A I.

TAB. VII. Quatuor lineis GB , GC , GD , GE (Fig. 32.) à dato puncto G ad datam lineam EB ita ductis, ut sit $GB. GC :: GD. GE$; Angulus BGC , quem minima GB cum alterutrâ intermediarum GC constituit, major est quàm angulus DGE ab alterâ intermediâ GD & maximâ GE constitutus.

Nam, centro G , radio GE , describatur circulus EK , & radius GK ducatur, constituens angulum DGK æqualem angulo BGC , & puncta K , D jungantur; eruntque triangula GDK , GCB similia, propter æquales angulos ad G , & latera circa illos proportionalia: (6. 6. Elem. & Hypoth.) Nempe $GB. GC :: GD. (GE) GK$. Quare angulus $KDG = \text{ang. } CBG$. Sed ang. EDG (16. 1. Elem.) major est ang. CBG , ergo linea KD ma-

* Pag. 125. hujus.

jor est ED (7. 3. Elem.) & ang. KGD superat ang. DGE (25. 1. Elem.) hoc est, ang. CGB major est ang. EGD. Q. E. D.

De Plano-
rum Re-
fractioni-
bus.

LEMMA II.

Positis istis angulis infinitè parvis, ac GA perpendiculari ad lineam EB demissa, erit ang. EGD ad ang. CGB :: BA. DA.

A punctis enim B, & D, ad lineas GC, GE, demittantur normalia BR ac Dr; & erunt anguli præfati ad se invicem ut est $\frac{Dr}{DG}$ ad $\frac{BR}{BG}$; ponendo nempe lineas istas BR ac Dr æquipollentes esse arcubus infinitè parvis, quibus anguli isti subtenduntur. Est autem BG. CG :: DG. EG, ex hypothesi; & divisim BG. CR :: DG. Er. Item, propter similia triangula BAG, CRB; est BA. AG :: CR. BR; & pari ratione, EA, vel DA. AG :: Er. Dr, sive AG. DA :: Dr. Er. Quamobrem, addendo rationes æquales, est BA. AG + AG. DA (:: BA. DA) :: CR. RB + Dr. Er, (& permutatis terminis posteriorum rationum,) :: CR. Er + Dr. BR, (& æquipollente ratione pro CR. Er substitutâ) :: BG. DG + Dr. BR (terminisque ad invicem applicatis) :: $\frac{Dr}{DG} \cdot \frac{BR}{BG}$. Est itaque BA. DA :: $\frac{Dr}{DG} \cdot \frac{BR}{BG}$; hoc est, ut ang. EGD ad ang. CGB. Q. E. D.

PROP. XI.

Heterogeneis Radiis secundum eandem lineam incidentibus, quò obliquior est eorum Incidentia, ceteris paribus, eò major erit differentia Refractionis.

In Fig. 33. sit FG linea, secundum quam duo Radii inci-
dunt, quorum unus maximè refrangibilis pergat versùs P, & mi-
nimè refrangibilis versùs T; eritque angulus PGT differentia Re-
fractionis. Item, esto FH linea obliquior quàm FG, & secun-
dum hanc alii duo ejusmodi Radii incident, quorum maximè re-

TAB. VII.

R 2

fran-

Pars I.
 Sectio III.

frangibilis versùs p , & minimè refrangibilis versùs t refringitur; & similiter erit angulus pHt eorum differentia Refractionis. Dico jam, quòd sit angulus pHt major quàm PGT . Demittatur enim FA ad refringens planum linea normalis, quæ refractos Radios retroactos secet in D , & E ; L , & M ; & ad hanc à puncto G ducantur duæ lineæ GB , GC , ipsis HL , HM , parallelæ. Jam, cum tres lineæ GF , GD , GE (ex naturâ Refractionis ante descriptâ §. XXV, XXVI & seq. *) sint in ratione datâ, & alteræ tres HF , HL , HM in eâdem ratione, proportionales erunt HL . HM :: GD . GE ; sed est HL . HM :: GB . GC , propter triangula similia LMH & BCG . Quare, GB . GC :: GD . GE , adeoque angulus BGC est major ang. DGE , per Lemma 1, hoc est, ang. LHM superat ang. DGE , sive ang. pHt est major ang. PGT . Q. E. D.

TAB. VII.

Ceterum, ut de mutuis angulorum PGT & pHt (in *Fig. 33.*) proportionibus habeatur plenior determinatio, dico præterea, quòd sunt inter se, quàm proximè, ut lineæ AB & AD ; segmenta nempe basium triangulorum æquealorum, quorum alterum EGD constituitur à Radiis GP , ac GT , cum perpendicularo AF concurrentibus, & alterum CGB sit simile triangulo MHL à Radiis Hp & Ht similiter constituto. Nam, anguli EGD & CGB , si essent infinitè parvi, forent inter se ut AB ad AD , per Lem. II. At isti, ex hypothesi, sunt æquales angulis PGT , & pHt . Quare etiam illi PGT & pHt , modò essent infinitè parvi, forent itidem ut AB ad AD ; & pari ratione constat, quòd sunt, quàm proximè, ut AC ad AE . Scilicet eorum ratio has duas rationes semper intercedit, & ideò veritatem adhuc propiùs assequemur adhibendo rationem intermediam. Nempe, quòd est PGT ad pHt ut $AB+AC$ ad $AD+AE$, vel ut $\sqrt{AB \times AC}$ ad $\sqrt{AD \times AE}$, proximè.

P R O P. XII

Radios diversorum generum à dato puncto profusos designare, quorum refracti per aliud punctum datum transibunt.

* Pag. 98, & seq. hujus.

Cum

Cum punctorum alterutrum infinitè distat, ut Radii ex eâ parte existant paralleli; res per Prop. IV., & V.* absolvitur, & per Prop. VI. † cum utrumque infinitè distat.

De Planorum Refractionibus.

SCHOLIUM.

E re erit, ut ostendam, quomodo ex datâ alicujus Radii positione, ceteri omnes expeditius determinentur.

CASUS I.

Sint in Fig. 34. FT, FR, FP, Radii ab F prodeuntes, quorum refracti TO, RM, PK paralleli sunt futuri. Et Radii FT esto sinus Incidentiæ ad sinum Refractionis, sicut I ad T, quemadmodum & Radium FR, & FP sinus isti sicut I ad R & P. Jam, ut, horum quovis FT positione dato, ceteri confestim designentur, demitte FA refringenti normalem, & in angulo FAT inscribe TE, TD, hac lege, ut sit $T.R.P::TF.TE.TD$; & ipsis TE, TD age parallelas FR, FP. Dico factum. Scilicet, refractis TO, RM cum perpendiculo DA occurrentibus in G, & H, erit $I.T::TG.TF$; & præterea, cum sit $T.R::TF.TE$ (hyp.), erit ex æquo $I.R::TG.TE$. Sed est $I.R::RH.RF$, ergo $TG.TE::RH.RF$; atque adeò, cum TE, & RF parallelæ sint (ex hyp.), erunt etiam TG & RH parallelæ. Q. E. O. Deque Radii PK parallelismo confirmile est ratiocinium.

TAB.VIII.

CASUS II.

Si parallelis incidentibus refracti ad datum punctum convergant, propositum nihil secus exequaris, ut è Prop. I. †† patet.

CASUS III.

Denique si divergant incidentes, & refracti convergant, Problema solidum est, sed ad planum quodammodo reducitur, fin-

R 3

gendo

* Pag. 126, hujus. † Pag. 127, hujus. †† Pag. 125, hujus.

Pars I.

Seçtio III. gendo differentiam Refrangibilitatis infinitè parvam esse ; quæ cum semper sit admodum exigua , solutionem ex istâ hypothesi haud gravatim exhibebo.

TAB. VIII. Pone FRX (*Fig. 35*) Radium esse positione datum , & Radios FPX , FTX , (quorum datæ sunt sinuum Incidentiæ & Refractionis rationes ,) punctis F , & X interfereudos esse. Jam , alios etiam Radios , æquè refrangibiles ac Radios FP , FT , finge secundum lineam FR incidere , & refractos eorum RO , RK (ope Prop. tertiæ *) describe , centrâque Radiationum Y & Z (per Prop. VIII. †) quære ; ac junge YX ac ZX refringenti occurrentes in P ac T . Dico factum. Nempe FPX , FTX esse Radios , quos oportuit designare. Nam , cum , ex hypothesi , differentia Refrangibilitatis , adeoque distantia punctorum T , R , & P , sit indefinitè parva , constat homogeneos Radios RO , PX , sibi mutuò vicinissimos esse , & inde ab eodem Radiationis puncto Y divergere ; rectè itaque determinavi Radium PX per Radii RO centrum Radiationis transiturum esse ; deque Radio TX par est ratio.

Verùm enimverò , cum anguli PXT determinatio eò spectet , ut noscatur , quanta sit objectorum mediante Refractione visorum , propter inæquabiles absimilium Radium Refractiones , confusio , perque quantum spatium Colores inde emergentes extendantur , quemadmodum pateat , concipiendo F esse punctum lucidum , quod Oculo in X constituto per totum angulare spatium PXT , quod Radiis PX ac TX maximè minimèque omnium refrangibilibus comprehenditur , dilatatum ac diffusum appareat ; de magnitudine ejus paucula adjiciam. Finge lineam curvam YfZ descriptam esse , in quâ Radiationum centra Radium omnigenorum jacent , secundum lineam FR incidentium , & ita refractorum in puncto R , ut per totum angulum KRO divaricent ; & ista curva non malè assimilabitur objecto lucido , cujus angulus visibilis , sive apparens magnitudo , ad Oculum in X situm , sit YXZ , ac distantia ab eodem Oculo ad meditullium ejus æstimata fX . Et hinc confectatur ,

1. Quod , (cum rei visibilis apparens magnitudo penè sit re-

* Pag. 126. hujus. † Pag. 127. hujus. ciprocè

reciprocè ut distantia ejus,) stante puncto F, & puncto X in lineâ RX ubicunque sumpto, angulus PXT, sive YXZ, penè erit reciprocè ut longitudo fX . Et hinc, intervallo RX diminuto, angulus PXT augetur, ejusque quantitas in quâlibet puncti X distantia dabitur, si modò data fuerit unquam in quâpiam distantia.

2. Quinetiam angulo ORK cognito, cognoscitur angulus quilibet PXT, sumendo eum in ratione ad ORK, quam habet Rf ad Xf ; quippe cùm YRZ, (cui ORK æquatur,) sit objecti YfZ in distantia fR apparens magnitudo.

3. Cùm itaque angulus ORK, pro quâlibet obliquitate Radiorum juxta RF incidentium, supra in Schol. ad Prop. XI. * determinatus habeatur, & punctum f haud difficilè inveniatur; faciendo, juxta Prop. VIII †, ut sit $RF. Rf :: \frac{AFq}{RF} . \frac{ADq}{RD}$, fati constat anguli PXT inventio.

4. At ex abundanti subnoto prædictam curvam YfZ, in quâ Radiorum omnis generis, in puncto R refractorum, Radiationum centra locantur, esse Cissoidem vulgarem, sive *Diocleam*, circulo accommodatam, cujus diameter RE fit ad AR ut RFq ad FAq . Nam, super diametro RE descripto circulo isto RCE, agatur quævis recta fBC normalis ad RE, circuloque in C, & curvâ in f terminata. Et, propter analoga latera similium triangulorum RAD, RBf, erit $ADq. AR \times DR :: Bfq. BR \times fR$; &, applicando posteriorem rationem ad BR, fiet $ADq. AR \times DR :: \frac{Bfq}{BR} . fR$; rursusque ducendo consequentes rationum in Rf , & applicando ad AR, orietur, $ADq. DR \times Rf :: \frac{Bfq}{BR} . \frac{Rfq}{AR}$. Est autem $\frac{AFq}{FR} . \frac{ADq}{DR} :: RF. Rf$, ut priùs; &, consequentibus in DR, & antecedentibus in FR ductis, oritur $AFq. ADq :: FRq. DR \times Rf$; & vicissim $AFq. FRq :: ADq. DR \times Rf$. Quamobrem, rationes eidem tertiæ congruentes connectendo, habebitur $\frac{Bfq}{BR} . \frac{Rfq}{AR} :: AFq. FRq$; ducendoque anteceden-

* Pag. 131. hujus. † Pag. 127. hujus.

Part. I.
Sectio III.

tes rationum in BR, & consequentes in AR, prodibit Bfq. Rfq :: AFq × BR. FRq × AR; & insuper, applicando posteriorem rationem ad AFq, fiet Bfq. Rfq :: BR. $\frac{FRq \times AR}{AFq}$.

Sed, cum posuerim RE. AR :: ERq. AFq, erit $\frac{FRq \times AR}{AFq}$ = RE, & proinde Bfq. Rfq :: BR. RE, ac divisim Bfq. Rfq — Bfq (BRq) :: BR. BE. Atqui, ex natura circuli, est BC media proportionalis inter BR & BE, adeoque est BR. BE :: BRq. BCq; & proinde Bfq. BRq :: BRq. BCq, sive Bf. BR :: BR. BC; quod indicat curvam esse Cissoïdem, sicut ostendendum proposui.

Refractionibus ad superficiem, data duo media determinantem, transactis, ad explorandum quid, ex aucta alterius medii raritate, vel densitate, consequitur, sive, ad diversorum mediorum effectus inter se conferendum, jam animum adjicio.

LEMMA III.

TAB. VIII. Si à duobus punctis D, G, (fig. 36) in lineâ quapiam AD sitis, ad alia duo puncta L, N in ejus perpendicularo sita, ducantur quatuor rectæ DN, DL, GN, GL, ratio ductarum ad punctum remotius N magis accedit ad aequalitatem, quam ratio ductarum ad vicinius punctum L, sive est GN. DN in majore ratione, quàm GL. DL.

Sit enim GN. DN :: GL. R; & erit GNq. DNq :: GLq. Rq :: GNq — GLq. DNq — Rq. Quare, cum sit DN major GN, sive DNq major GNq, erit DNq — Rq major quàm GNq — GLq. Verùm est GNq — GLq = DNq — DLq, (§. XLVI. *;) & ideo DNq — Rq major quàm DNq — DLq, hoc est, DLq superat Rq, sive DL superat R. Atque adeò, cum supponatur GN. DN :: GL. R, erit GN. DN in ratione majore, quàm GL. DL. Q. E. D.

PROP.

* Pag. 120. hujus.

PROP. XIII.

De Planorum Refractionibus.

Posito Radiorum diverſi generis communi ſinu Incidentiæ, quò magis diverſa eſt mediorum denſitas, eò major erit inæqualitas rationis ſinuum Refractionis.

In Fig. 37. ſit Fc Radius è minimè refrangibilibus, utcunque in ſuperficiem Ac incidentibus, ſitque refractus ejus cl , qui retro-
actus ſecet perpendicularum FA in f . Dein capiatur Ae , ut ſit Fe ad Fc in datâ quâdam ratione, qualem antea deſcripſimus, (§. XLIV. (1), XLV. (2), & XLIX. (3):) hæc ſcilicet conditione, ut, habito Fe pro Radio maximè refrangibili, refractus ejus ab eodem puncto f divergat. Facto hoc, ſi pro poſteriori medio aliud utcunque denſum, rarumve, ſubſtituatur, ejuſmodi duo Radii ſecundùm eandem rectas Fe , Fc incidentes, ſemper debent ita refringi, ut ab eodem aliquo perpendiculari iitiuſ puncto ſimiliter divergant, (§. XLV., & XLIX.:) quemadmodum à g verſùs l & n ; poſito, quòd hoc medium poſterius ſit denſitatis ab anteriori magis diverſæ, quàm alterum poſterius medium, quod efficiebat divergentes à f . Oſtendendum eſt itaque, quòd major ſit inæqualitas rationis ſinuum Refractionis in poſteriori, quàm in priori caſu. Scilicet, Radii Fcl ſinus Incidentiæ eſt ad ſinum Refractionis, ut fc ad Fc , (§. XLVII. (4)) hoc eſt, ut 1 ad $\frac{Fc}{fc}$. Et ſic Radii Fen ſinus iſti ſunt ut 1 ad

$\frac{Fe}{fe}$, quare ſinus Refractionum eorundem Radiorum ſunt inter ſe ut $\frac{Fc}{fc}$ ad $\frac{Fe}{fe}$. Et ſimili diſcurſu conſtabit, quòd Radiorum cl , en ; refractorum conſimiles Refractionum ſinus ſunt ut $\frac{Fc}{gc}$ ad $\frac{Fe}{ge}$.

Reſtat itaque probandum, quòd inter $\frac{Fc}{gc}$ & $\frac{Fe}{ge}$ major ſit diſproportio, quàm inter $\frac{Fc}{fc}$ & $\frac{Fe}{fe}$; hoc eſt, (cùm ſit $\frac{Fe}{fe}$ major quàm $\frac{Fc}{gc}$ per Lem. III,) probandum reſtat, quòd ſit $\frac{Fe}{ge}$ $\frac{Fc}{gc}$.

Iſt. Newtoni Opuſcula. Tom. II.

S

major

(1) Pag. 118. hujus. (2) Pag. 119. hujus. (3) Pag. 122. hujus. (4) Pag. 120. hujus.

Part I.
Sectio III.

major quàm $\frac{Fe}{fe} \cdot \frac{Fc}{fc}$. Scilicet est, $ge \cdot fe$ minor quàm $gc \cdot fc$, per Lem. III; &, fumendo reciproca rationum, erit $\frac{I}{ge} \cdot \frac{I}{fe}$ major quàm $\frac{I}{gc} \cdot \frac{I}{fc}$; ducendòque priorem rationem in Fe , & posteriorem in Fc , orietur $\frac{Fe}{ge} \cdot \frac{Fc}{fe}$ major quàm $\frac{Fc}{gc} \cdot \frac{Fc}{fc}$, & vicissim $\frac{Fe}{ge} \cdot \frac{Fc}{gc}$ major quàm $\frac{Fe}{fe} \cdot \frac{Fc}{fc}$. Q. E. D.

S C H O L I U M.

Demonstratio perinde se habet in literis majusculis, (quibus Refractiones designavi, cùm posterius medium sit anteriori rarius.) si modò, vice majoritatis ubique subintelligatur minoritas, & majoritas vice minoritatis. Notabis insuper, quòd in hâc Demonstratione posui, densitatem posterioris tantum medi variatam esse; sed eòdem recidit, si anteriòra media successivè varia adhiberi; posteriori non mutato, sive, (quod tantundem est,) si Refractiones è posteriori medio in antèrius vicissim peragi concipias. Siquidem, Radiis in superficiem alterutrinque incidentibus, consimiles sunt sinuum rationes. Ceterum, de exactâ horum sinuum pro quibuscumque propositis mediis ratione investigandâ differui antè, & Propositionem haud attigissem, si non exegisset Prop. xv. mox tradenda.

L E M M A IV.

TAB. IX. Centro A, distantia quâvis AD, in Fig. 38., describatur circulus DGg; deinde centro quolibet C, distantia AC, describatur alius circulus secans rectam AD in B, & circulum prius descriptum in G. Tum arcus BG bisecetur in F, & FK demittatur ad BD perpendicularis. His ita constitutis, dico, quòd FK sic perpendiculariter demissa dictam BD bisecabit.

Junctis

Junctis enim AF, AG, BF, FG, & FD. In triangulis AFG, & AFD, anguli ad A sunt æquales, propter æquales arcus BF, FG, quibus subtenduntur; item latera, circa istos angulos, AD, & AG sunt æqualia, quippe radii ejusdem circuli; & aliud latus AF habent commune; quare etiam tertium latus FG & FD sunt æqualia. Sed, est BF æqualis FG, propter æqualitatem arcuum, quos subtendunt; adeoque FB = FD, & triangulum FKB = triangulo FKD, & inde BK = KD.

De Plano-
rum Re-
fractioni-
bus.

C O R O L L. I.

Hinc recta KF, quæ bifecat BD insitens ei normaliter, bifecabit etiam arcus BG circulorum omnium per data duo puncta A & B transeuntium, & alicubi in G secantium datum circulum DG centro A intervallo AD descriptum. Imò, & bifecabit arcus BG in altero intersectionis puncto f.

C O R O L L. II.

Idem eveniet, cum A & B coincidunt; hoc est, cum circuli AFG tangunt rectam AD in puncto AB. Potest etiam B sumi ad alteras partes ipsius A. In transcurso etiam notetur, quod anguli BFK, BGD, quos circulus ABF cum recta FK & arcu GD efficit, sint æquales.

L E M M A V.

Lineis quatuor Ab, AB, Ac, AG (Fig. 39.) circulo alicui TAB. IX. ab eodem circumferentiæ puncto ita inscriptis, ut sit Ab. AB :: Ac. AG, quarum omnium Ab sit minima; Dico angulum BAG majorem esse angulo bAc.

Describatur enim alius circulus ABg, secans priorem in punctis A & B, cujus diameter sit ad ejus ABG diametrum sicut AB ad Ab, centris utrisque ad easdem partes ipsius AB jacentibus. Dein, centro A, distantia AG, describe tertium circulum GH secundo occurrentem in g; & istud g, ex constructio-

S 2

ne

Part. I.
Sectio III.

ne, jacebit alicubi inter G & H; atque adeò, si Ag ducatur, erit angulus BAG major angulo BA γ . Est autem angulus BA γ = angulo $\hat{b}Ac$, propterea quòd AB & Ag similiter inscriptæ sunt circulo AB γ , ac Ab & Ac ipsi Ab γ , habentes nempe eadem rationes & inter se, (Ab. Ac :: AB. AG, vel Ag.) & ad diametros circulorum, quibus inscribuntur. Cùm ergo fit BAG major quàm BA γ = $\hat{b}Ac$, erit BAG major quàm $\hat{b}Ac$. Q. E. D.

C O R O L L. I.

Hinc in eodem quovis Radiorum genere, quò major est Refractio, eò major erit angulus refractus. In Fig. 27., ubi est FR. RD :: Fr. rd, erit angulus Frd major ang. FRD.

C O R O L L. II.

Hinc etiam, si sit AG. AB in majore ratione, quàm Ac. Ab, multò magis erit angulus BAG major $\hat{b}Ac$. Hoc est in genere, quò majores sunt subtensæ, & simul, quò major est inæqualitas rationis earum, eò major erit differentia angulorum, quos subtendunt. Atque idem de sinubus & eorum angulis, utpote subtensarum & eorum angulorum dimidiis, intellige.

L E M M A VI.

TAB IX. *Insper si arcus cd ipsi bc capiatur equalis, & AD inscribatur circulo ABD, quæ sit ad Ad sicut AG ad Ac, ceteris stantibus; dico, quòd arcus DG erit arcu GB major.*

Nam, centro A, radio AD, describe circulum DKE, circulo AB γ occurrentem in K, & rectæ AB in E; & AK ducatur. Jam, cùm AK, Ag, & AB circulo AB γ K similiter inscribantur, atque Ad, Ac, & Ab ipsi Ab γ , erit arcus gK = arcui B γ ; quare, demissa gL ad BE perpendiculari, & producta donec secet arcum BD in F, ista gL, per Lem. IV. bifeca-

Fig. 24.

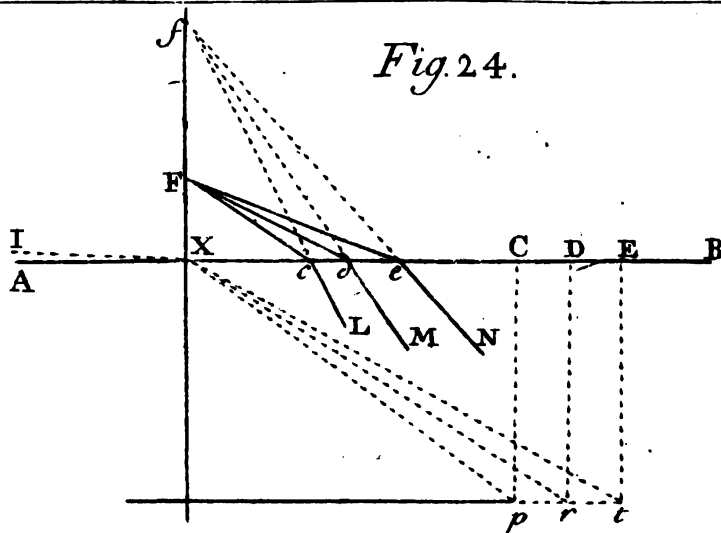


Fig. 25.

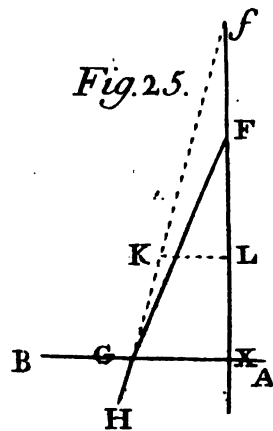


Fig. 26.

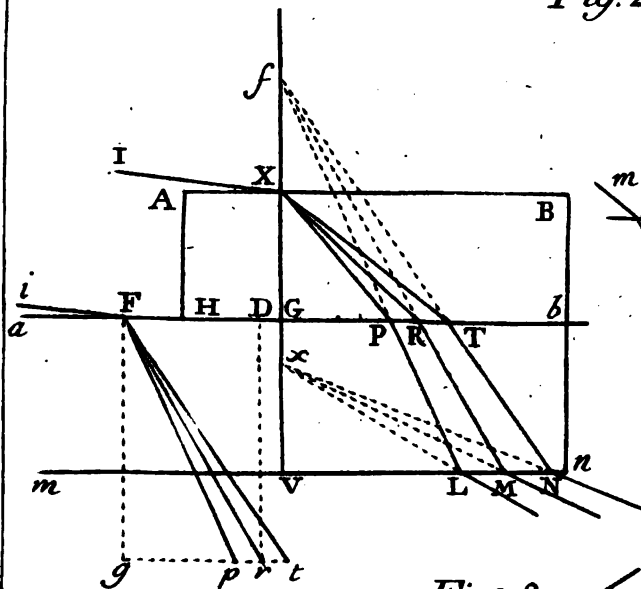


Fig. 27.

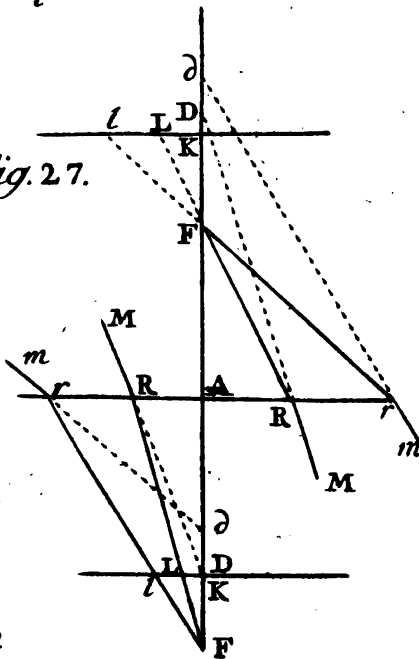
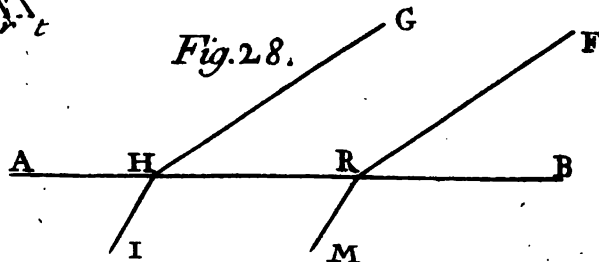


Fig. 28.



fecabit tum rectam BE, tum arcum DB. At, quoniam gF , ex constructione, jacet extra circulum gG , punctum F cadet inter G & D. Quare DG major DF, five major FB, & multò magis major GB. Q. E. D.

De Plano-
rum Re-
fractioni-
bus.

COROLL. I.

Hinc, si arcus bd , non tantum duabus, sed quotcunque partibus æqualibus confitet, correspondentes partes arcus bD , à termino b ad terminum D, sese gradatim superabunt longitudine. Adeoque, si arcus bc ad arcum cd habeat quamcunque rationem commensurabilem, erit arcus GD. ad arc. BG in majore ratione, quàm arc. cd ad arc. bc ; siquidem, numeris æqualium partium mensurantium arcus bc & cd correspondent consimiles numeri partium inæqualium constituentium arcus BG ac GD, quarum illæ in GD sunt omnes parte maximâ ipsius BG majores. Quinetiam, si bc ad cd habeat quamcunque rationem incommensurabilem, erit itidem GD BG in majore ratione, quàm cd . bc . Nam, rationum similitudines, quæ quantitibus commensurabilibus conveniunt indefinitè, eo nomine conveniunt etiam incommensurabilibus similiter affectis, quemadmodum ex Euclidæ definitione similium rationum ostendi potest. Sed faciliùsprehenditur imaginando quantitates, quas vocant incommensurabiles, posse numerari per partes indefinitè parvas, & sic ad naturam commensurabilium, præsertim quoad rationum habitudines, quodammodo reduci.

Concipias itaque arcum bc in æquales & indefinitè multas partes dividi, & ejusmodi tot sumi, quæ minùs quàm unâ parte, (hoc est, indefinitè parum,) differunt ab arcu cd , atque adeò ipsi, pro more consueto, censeantur æquales; concipe etiam BD in partes æquales, ut antè definivi, correspondentes partibus ipsius bd dividi, & propter tot inæquales partes, majores quidem in GD & minores in BG, quot sunt æquales in cd & bc ; erit GD. BG in majore ratione quàm cd . bc .

Part. I.
Sectio III.

COROLL. II.

Hinc præterea, componendo, sequitur, esse BD. BG in majore ratione quàm $bd. bc$, nec non GD. BD majorem habere rationem, quàm $cd. bd$.

COROLL. III.

TAB. IX. Confectatur denique, quòd, ductis utcunque partibus sub-
tensis Ab, Ac, Ad, Ae , in *Fig. 40*, & aliis quatuor AB, AG, AD, AE, quarum singulæ ad priorum singulas eandem rationem observant, (nempe, AB. $Ab :: AG. Ac :: AD. Ad :: AE. Ae$,) si AE sit omnium maxima, & Ab minima, erit arcus ED ad arc. GB in majore ratione quàm arc. ed ad arc. cb . Nam, per Corol. I. hujus, est ED. DG in majore ratione quàm $ed. dc$, & DG. GB in majore ratione quàm $dc. cb$, & multò magis ED. GB in majore ratione quàm $ed. cb$. Haud secus patet esse arcum EG ad arc. DB in majore ratione quàm arc. ec ad arc. db , scilicet, ex Corol. II. hujus, est EG. DG in majore ratione quàm $ec. dc$, ac DG. DB in majore ratione quàm $dc. db$, & multò magis EG. DB in majore ratione quàm $ec. db$. Denique, quæ de subtensis & earum arcubus dicta sunt, possunt etiam de sinubus & eorum arcubus, aut angulis intelligi.

PROP. XIV.

Heterogeneis Radiis è densiori medio in rarius secundum eandem datam lineam in superficiem positione datam incidentibus, quò rarius sit medium, in quod Radii refringuntur, eò major erit differentia Refractionis.

TAB. IX. Sit in *Fig. 41*. FL linea, secundum quam duo Radii incidunt in superficiem AL, quorum maximè refrangibilis refringatur ad P, & minimè refrangibilis ad T. Dico, quòd, si medium

Fig. 29.

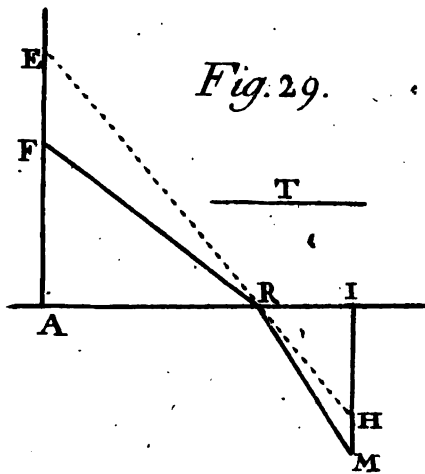


Fig. 30.

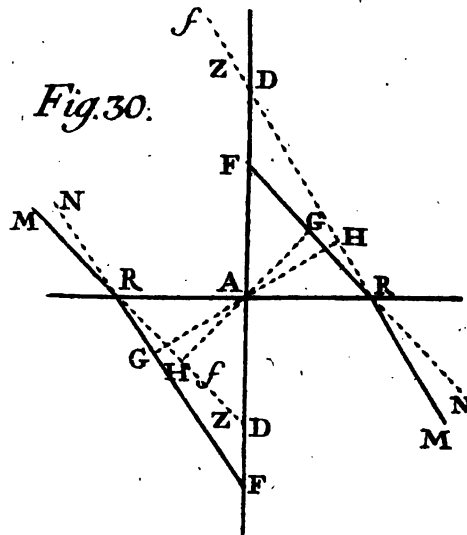


Fig. 31.

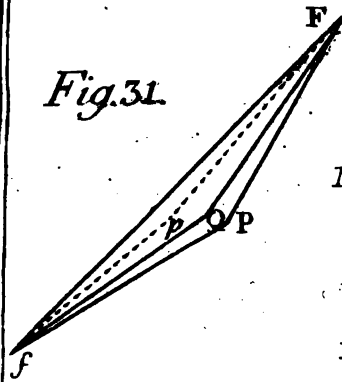


Fig. 33.

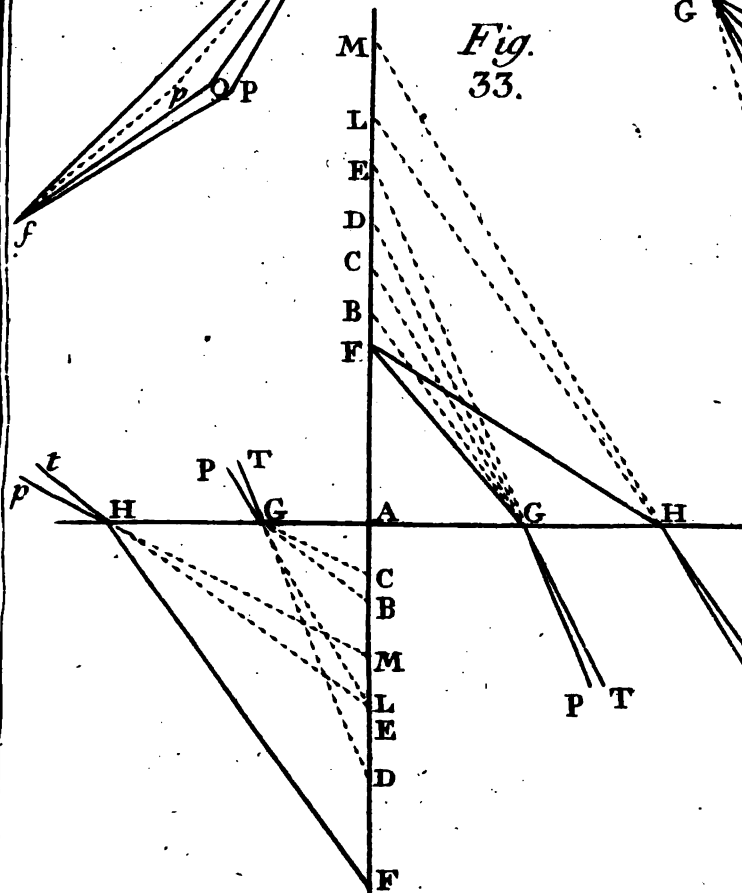
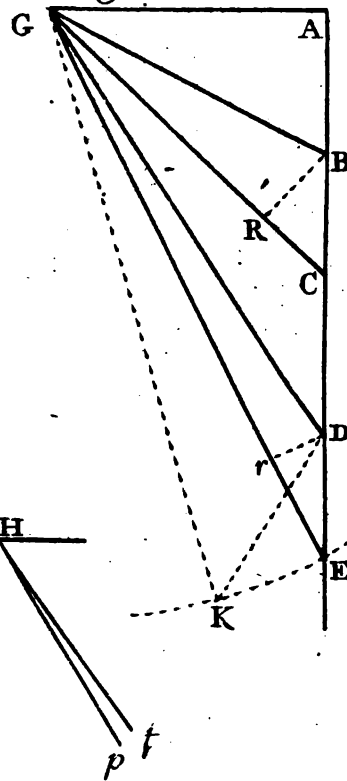


Fig. 32.



WINDY HILL



WINDY HILL



dium rarius foret adhuc magis rarum, ut refringeret maximè refrangibilem Radium ad p , & minimè refrangibilem ad t , tunc angulus pLt foret major angulo PLT . Demittatur enim FA ad refringentem superficiem normalis, quæ secet refractos Radios retrorsum ductos in G , C , D , & E . Deinde, in refringente superficie quæretur tale punctum N , ut sit FN . $DN :: FL$. EL ; ac DN productus erit refractus Radii minimè refrangibilis incidentis ab F ad N , (§. XLVII. ⁽¹⁾). Jam, cum talis supponatur positio FL & FN , ut Radii maximè refrangibilis secundum FL , & minimè refrangibilis secundum FN incidentis, refracti DL ac DN divergant à puncto D , quod situm est in perpendiculo FA , eâ de causâ, licèt raritas medii, in quod Refractio peragitur, foret alia quàm supponitur, tamen ejusmodi Radiorum secundum easdem lineas FN & FL incidentium refracti semper divergerent ab aliquo puncto, quod in eâdem FA sit positum, quemadmodum in præcedentibus ostensum est, (§. XLIX. ⁽²⁾); sic, cum raritas dicti medii talis esse supponitur, ut maximè refrangibilis Radius secundum FL incidens, refringatur à puncto quopiam G ; tunc minimè refrangibilis secundum FN incidens refringetur ab eodem G . Sed, cum maximè refrangibilis Radius supponebatur à puncto G refringi, tunc etiam minimè refrangibilis secundum eandem lineam FL incidens supponebatur refringi à puncto C . Quare, est GN . $FN :: CL$. FL , (§. XXV. ⁽³⁾, & XLVII. ;) & præterea, cum antea posuerim esse FN . $DN :: FL$. EL , ex æquo erit GN . $DN :: CL$. EL . Sed, per Lemma III. ⁽⁴⁾, est GN . DN in ratione majore quàm GL . DL , adeoque CL . EL in ratione majore quàm GL . DL . Quare, si linea quædam BL ita ducatur, ut sit CL . $EL :: BL$. DL , erit BL major GL , propter majorem rationem quàm habet ad DL ; & insuper erit CL major BL , eò quòd sit EL major DL ; & proinde punctum B cadet inter G & C , eritque angulus GLC major ang. BLC ; cum verò sit CL . $EL :: BL$. DL , aut vicissim, BL . $CL :: DL$. EL , erit angulus BLC major angulo DLE (Lem. I. ⁽⁵⁾) & multò magis ang. GLC major DLE . Q. E. D.

P R O P.

(1) Pag 120. hujus. (2) Pag. 122. hujus. (3) Pag. 98. hujus. (4) Pag. 136. hujus, (5) Pag. 130. hujus.

De Planorum Refractionibus.

PROP. XV.

Heterogeneis Radiis è medio densiori in rarius secundum eandem datam lineam in superficiem positione datam incidentibus, quò densius est medium, è quo Radii incidunt, eò major erit differentia Refractionis.

Scilicet (propter majores Refractiones) eò majores erunt sinus Refractionum, respectu dati circuli, ad quem referuntur; & simul eò major erit inæqualitas rationis istorum sinuum, per Prop. XIII., adeòque eò major erit differentia angulorum, quos subtendunt, per Corol. II. ad Lem. V; hoc est, eò major differentia Refractionis. Q. E. D.

PROP. XVI.

Heterogeneis Radiis è medio rariori in densius secundum eandem datam lineam in superficiem positione datam incidentibus, quò rarius est medium, è quo Radii incidunt, eò major erit differentia Refractionis.

Sit AD (Fig. 42.) superficies, in quam duo Radii secundum eandem lineam datam IX incidunt, quorum alter maximè refrangibilis refrangatur ad P, & alter minimè refrangibilis ad T. Dico, quòd, si medium, ex quo Radii incidunt, foret adhuc rarius, ut dictos Radios adhuc magis refringeret, puta, maximè refrangibilem versùs p , & minimè refrangibilem versùs t , tum pXt major angulus evaderet, quàm PXT. Id, quod gradatim sic demonstro.

CASUS I.

Ponamus primò, quòd recta IX, secundum quam Radii incidunt, sit ad refringentem superficiem obliquissima, ac ducatur quælibet recta PD eidem superfici ei normaliter insitens in D, & secans refractos Radios in punctis T, P, t , p ; & IX producatur

Fig.34.

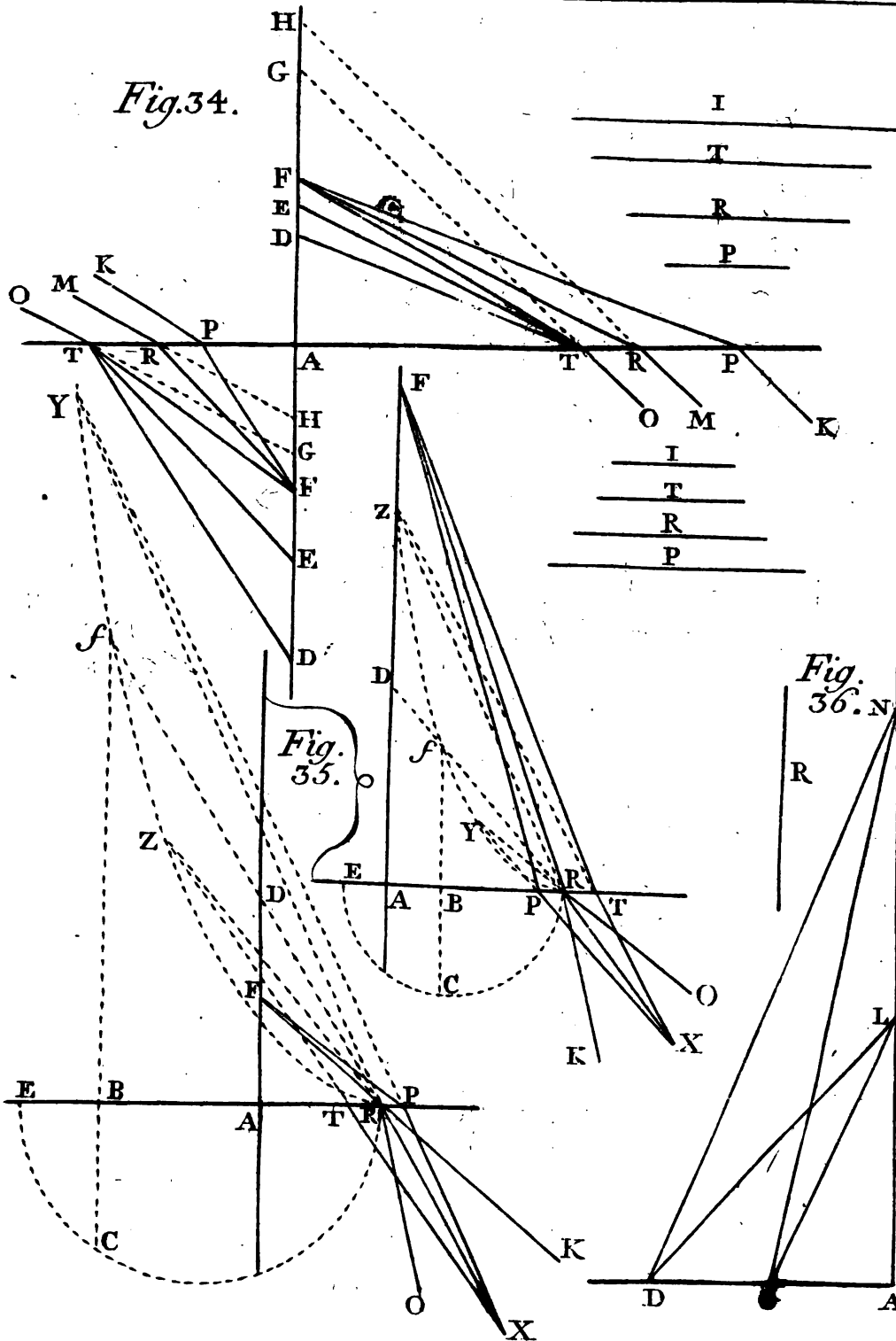
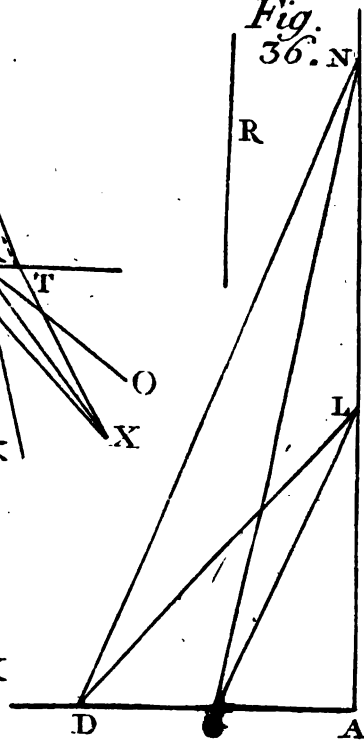


Fig. 35.

Fig. 36.

R



tur donec istam PD secet in f ; tum in lineâ AD quærat punctum quoddam B hâc lege, ut ductis B f , BP, fiat X f . XT : B f . BP. Liquet ergo, quòd, si minimè refrangibilis Radius incidat in B versùs f tendens, is debet versùs P refringi; quippe, cùm, ex hypothesi, sit BP. B f :: XT. X f ; hoc est, sinus Incidentiæ ejus & Refractionis, sicut sinus Incidentiæ & Refractionis alterius minimè refrangibilis Radii IX T. Quamobrem, si supponamus hosce Radios retrocedere, alterum nempe è minimè refrangibilibus à T ad X, & alterum à P ad B, & maximè refrangibilem à P ad X, eorum omnium refracti tendunt à puncto f ; siquidem notum est Theorema, quòd Radii secundùm refractionem ejus retro incidentis, incidens vicissim fit refractus. Jam, cùm Radii diffformes PB, PX, ab eodem puncto P manantes, refringantur ab eodem f , quod situm est in perpendicularo PD, proportionem inter PX & PB semel cognitâ, si ab alio quovis ejusdem perpendiculari puncto ad refringentem superficiem duæ ductantur lineæ eandem rationem habentes; hoc est, una, designans maximè refrangibilem Radium, sit ad alteram, quæ designat minimè refrangibilem Radium, ut PX ad PB: tunc istorum refracti, (ex antè demonstratis §. XLV. (1),) divergent ab aliquo etiam puncto, quod situm est in eodem perpendicularo PD, utcunque medium ex parte Radii IX supponatur rarum, dummodo medium alterum ex parte Radii PX eandem densitatem retineat. Quemadmodum, si maximè refrangibilis Radius incidat secundùm PX & refringatur à f , medio scilicet versùs IX jam posito rariori quàm antè, tum, rectâ pb sic ductâ, ut sit PX. BP :: pX. pb , Radius etiam minimè refrangibilis pb refringeretur ab eodem f . Unde sequitur esse pb ad fb sicut sinus Incidentiæ Radiorum minimè refrangibilium ad sinum Refractionis, (§. XLVII (2))

Ast in ratione istorum sinuum est etiam IX ad fX , eò quòd inflexa IX ϵ designet Radium æqualiter refrangibilem; cujus pars IX producta transit per idem f . Quare est pb . fb :: IX . fX . Cùm verò Radius IX supponatur esse ad refringentem superficiem summè obliquus, sive in angulo infinitè parvo inclinatus,

Is. Newtoni Opuscula. Tom. II. T aded

(1) Pag. 119. hujus. (2) Pag. 120. hujus.

Part. I.
Sectio III.

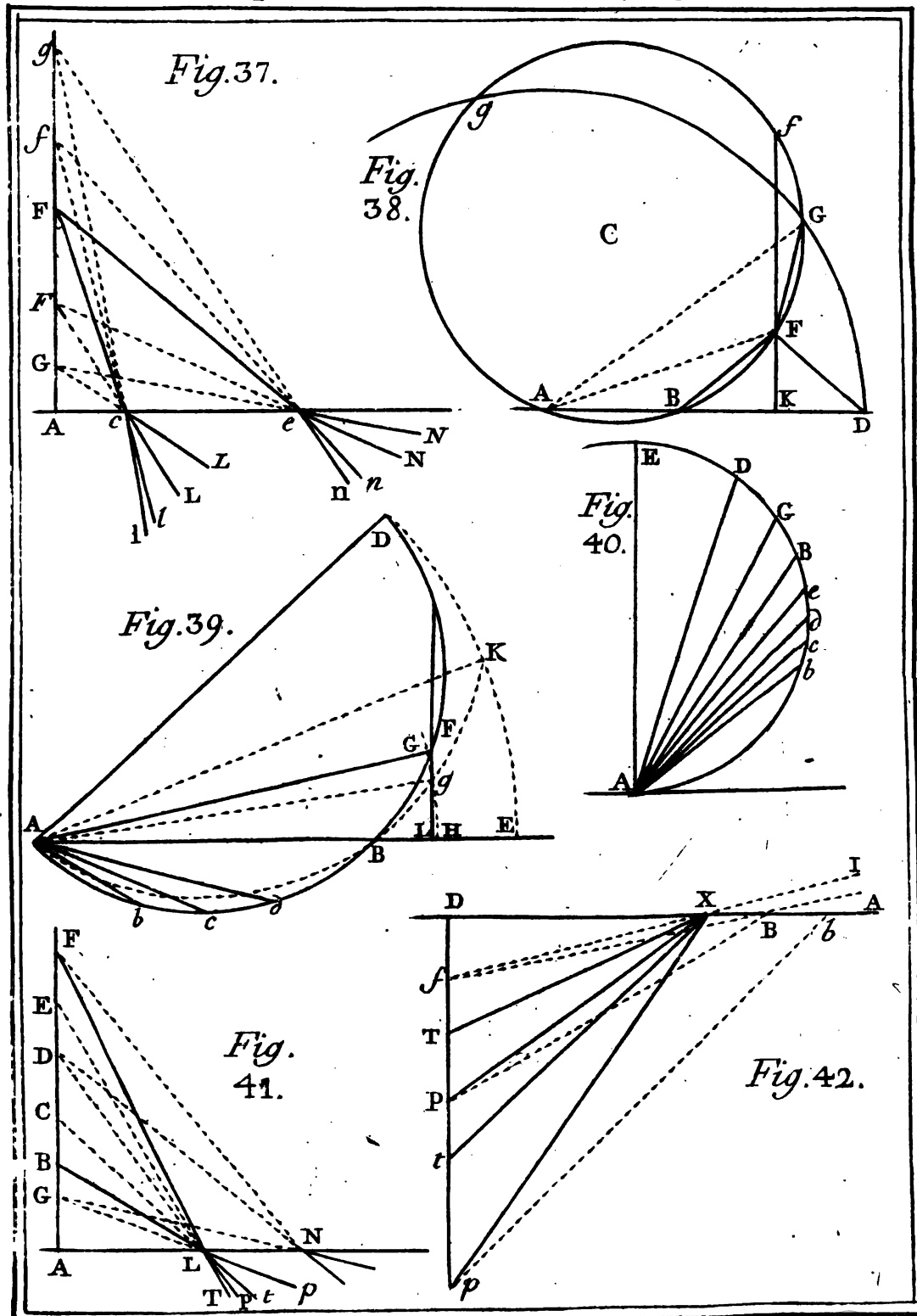
adeò ut recta Df pro infinitè parvâ, seu nullâ haberi debeat; sequitur esse $DX = Xf$, $DB = Bf$, ac $Db = bf$: quos valores pro Xf , Bf & bf substituendo in supra recensitas proportionibus BP. $Bf :: TX. Xf$, & $pb. fb :: tX. fX$, emergent BP. $BD :: XT. XD$, & $pb. Db :: tX. DX$. Ex quibus pateat rectas BP ad XT, & bp ad Xt parallelas esse angulosque BPX ad PXT, & bpX ad pXt æquales. Sed, ex hypothesi, est PX. BP :: $pX. pb$, & proinde ang. bpX major ang. BPX, per Corol. I, Lem. V. †; hoc est, ang. pXt superat ang. PXT. Q. E. D.

C A S U S II.

Incidentibus verò Radiis angulum definitè magnum cum refringente superficie constituentibus, propositum sic patebit. Sit TAB. X. HX (Fig. 43.) recta, secundum quam incidunt; & cum è medio minùs raro adveniunt, sit XM minimè refractus, & XN maximè refractus. Cum verò adveniunt è magis raro, sit Xm minimè refractus, & Xn maximè refractus. Adhibeantur etiam obliquissimi incidentes Radii IX cum eorum refractis XT, XP, Xt, & Xp, quales jam descripsimus. Ita scilicet, ut, cum tanta sit anterioris medii raritas, ut Radios HX incurvari versùs M, & N faciat, tunc etiam consimiles Radios IX incurvet versùs T, & P. Cum verò tantò major sit ejus raritas, ut illos cogat versùs m, & n, tunc hosce simul cogat versùs t, & p. Sit insuper APD circulus centro X & intervallo quolibet AX descriptus, qui secet hosce refractos Radios in T, P, M, N, t, p, m, n, à quibus ad perpendicularum BX demittantur sinus Refractionum TB, PC, MF, NG, tb, pc, mf, ng; & ex lege Refractionum patebit esse TB. PC :: MF. NG; & tb. pc :: mf. ng; & insuper, ex hypothesi & constructione, patebit esse TB sinuum istorum maximum, & ng minimum. Adeòque, per Corol. III. Lem. VI. ††, est ang. TXP ad ang. MXN majore in ratione quàm ang. tXp ad ang. mXn; & permutando, est ang. TXP ad ang. tXp in ratione majore quàm ang. MXN ad ang. mXn. Verùm, ex ostensis in primo casu, est

† Pag. 140. hujus. †† Pag. 142. hujus.

ang.



ang. TXP minor ang. $\angle Xp$. Quare & multò magis erit ang. MXN minor ang. $\angle Xn$. Q.E.D.

De Planorum Refractionibus.

P R O P. XVII.

Heterogeneis Radiis è medio rariori in densius secundum eandem lineam in superficiem positione datam incidentibus, quò densius sit medium, in quod Radii incidunt, eò major erit differentia Refractionum ad certum usque terminum, & post, eò minor perpetuo.

Nam, si medium posterius densitate suà valde parum superat anterius, ita ut Refractiones indefinitè parvas efficiat, differentia Refractionum erit etiam indefinitè parva; & proinde minor quàm foret, si medium posterius supponeretur densius, ut Refractiones evaderent majores. Quare, auctà medii posterioris densitate, augebitur dicta Refractionum differentia; quòd si densitas ejus in infinitum augeatur, Refractiones etiam, quantum poterunt, augebuntur; hoc est, usque dum omnes refracti Radii perpendiculariter emergant, angulis Refractionum & eorum differentiis tunc prorsus evanescentibus. Quare differentia Refractionum rursus diminuta est, donec in nihilum evanuit.

S C H O L I U M.

Et si limitis ejus determinatio, ubi differentia Refractionis evadit maxima, plus tædii & laboris administrare possit, quàm utilitatis; cùm tamen alicujus fortè momenti censeatur densitatem medii cognoscere, quod Radiis in se refractis Colores maximè conspicuos efficiat, non pigebit hunc insuper designare, idque primò cùm Incidentia sit obliquissima.

C A S U S I.

Esto IX (Fig. 44.) communis Radiorum in superficiem AX, TAB. I, quæcunque media dirimentem, obliquissimè incidentium via; & eorum refracti, ut antè, sunt Xp, & X \angle ; & agatur recta quæ-

T 2

vis

Part I.
Sectio III.

vis $p\tau$ præfatæ superficiei parallela, quæ Radius istis occurrat in p & τ , à quibus ad AX demissis perpendicularibus pC , τE , bifecetur CE in D , & centro D , distantia DX circulus describatur, secans Cp in P , & $E\tau$ in T , junganturque XP & XT . Dico, quòd, cum ea sit posterioris medii densitas, ut Radium secundum IX incidentium maximè refrangibiles ad P , & minimè refrangibiles ad T refringat, tunc angulus PXT quàm maximus evadet. Etenim, utcunque medium posterius ponatur densum, refracti Radii ita lineas CP & CT in punctis p ac τ secabunt, ut recta $p\tau$ ipsi AX parallela sit. Quare, si ducatur linea Dr , quæ lineas omnes $p\tau$ bifecet, centrum cujuscunque circuli per p ac τ transeuntis, semper jacebit in eadem Dr . At angulus $pX\tau$ est angulus in segmento circuli per puncta p , τ , & X transeuntis, qui ideo erit maximus, cum ejusmodi circulus existit minimus; propterea quod ratio subtensæ $p\tau$ ad circuli dimensiones tunc evadit maxima. Verùm iste circulus fit omnium minimus, cum centrum ejus cadit in D ; siquidem pro semidiametro tunc habet XD minimam refractarum, quæ ab X ad RD duci possunt. Est ergo angulus $pX\tau$ tunc maximus, cum centrum circuli transeuntis per puncta p , τ , & X cadit in D ; adeoque, cum circulus XPT & angulus PXT ejusmodi sunt, liquet propositum.

Hinc obiter pateat hunc angulum PXT tunc etiam maximum evadere, cum talis est posterioris medii densitas, ut angulus Refractionis mediocriter refrangibilium Radium obliquissimè secundum IX incidentium, sit semirectus; & eò minorem perpetim fieri, quòd iste Refractionis angulus à semirecto (excessu, vel defectu) magis deviat. Quemadmodum, si Refractiones ex aere in aquam, in vitrum & in crystallum peractæ conferantur, è calculo patebit, quòd, cum angulus Incidentiæ sit 90° proximè, tunc angulus Refractionis in aquam erit major semirecto, inque vitrum erit minor. Quamobrem aqua minùs densa est, & vitrum magis densum, quàm ut efficiant angulum PXT maximum. Et proinde, cum crystallum sit adhuc densius, efficiet istum PXT minorem, quàm vitrum efficeret. Et sic vitrum, etsi minùs refringat,

gat, in isthoc tamen casu heterogeneos Radios in se refractos magis ab invicem dissipabit, quàm crystallum; eoque pacto Colores in oppositam ejus superficiem projicit magis distinctos. Sed hæc expertu sunt difficillima, quòd vitrum & crystallum densitate parum differant, nec possint haberi satis crassa; & si possent, tunc, propter maximam crassitiem, haud forent satis perspicua.

De Planorum Refractionibus.

C A S U S II.

Quòd si linea, secundum quam incidunt Radii, non sit maximè obliqua, Problema emergit solidum. Sed lubet modum ostendere, quo, conditionibus ejus nonnihil mutatis, ad planum reduci poterit. Sciendum est itaque, quòd, cum inter extremos, seu maximè diffformes Radios, innumeri sint intermedii, qui gradibus continuè successivis & infinitè parvis, alii magis aliis refringuntur, differentia Radiorum extremorum conflata erit ex consimilibus intermediorum differentiis, numero & parvitate infinitis. Jam, cognitis proprietatibus istarum infinitè parvarum differentiarum, possumus exinde de omnibus simul aggregatis, sive de differentiis finitè parvis, quales intercedunt extremorum Refractionibus, judicium ferre, præsertim cum istæ differentiæ sint admodum exiguæ. Sic, cognito quòd infinitè parvæ differentiæ augentur, diminuuntur, vel simul maximæ evadunt aut minimæ, concludendum erit, quòd omnium summa perinde augetur, diminuitur, vel maxima fit, aut minima. Quòd si non sint omnes simul maximæ vel minimæ, tamen summa pro maximâ vel minimâ haberi potest, cum id accidit intermediæ parti. Sic, omnium Colorum latitudo tunc maxima censi possit, cum id accidit Viriditati. Jam, licet Problema propositum, cum de differentiis finitè parvis agitur, existat solidum, si tamen instituatur de differentiis infinitè parvis ad planum reduci potest. Verùm huic solvendo nolo obnixè incumbere, sed breviter tantum ostendam, quo pacto calculus in hoc & ejusmodi aliis sit ineundus, ut ad æquationem perveniatur, ex quâ maximus angulorum infinitè parvorum possit elici. Et insuper ex eodem fundamento determinabo proportionem differen-

T 3

tiarum

Part. I.
Sectio III.

tiarum Refractionis respectu diverforum mediorum, quas in præcedentibus quatuor Propositionibus generaliter tantum descripsi.

Primò itaque investiganda est regula, vel æquatio, quæ, ex uno utcunque refracto Radio dato, refractus alter cum eo constituens angulum infinitè parvum cognosci poterit. Radiis è medio datâ densitate in medium cujuslibet densitatis secundum obliquissimam lineam IX (Fig. 45.) At prius, incidentibus, sint XR & Xr refracti duo, quorum alter XR sit altero Xr paulò magis refrangibilis, differentiâ tamen infinitè parvâ; & agatur lineola quævis Rr, his in R & r occurrens, & refringenti superficiæ parallela. Ad quam superficiem normales etiam RD, rd demittantur, quas datam finitâque distantiam ab X, ab invicem verò infinitè parvam habere fingito. Sed lineolam Rr cum Radiis per R, & r transeuntibus, plus aut minus ab XD vergere (quemadmodum in præcedentibus) concipito, pro variâ posterioris mediî assumendâ densitate. Jam, si recta DR secet Radios Xr in M, & IX in K; cum infinitè parvum triangulum RMr sit simile triangulo DMX, à quo triangulum KRX non nisi infinitè parvis differentiis RXM & DXK discrepat, quæ dissimilitudinem non inferunt; triangula etiam RMr & KRX pro similibus haberi debent. Et proinde, demissis perpendicularibus KL & RN, erit KX. LR :: Rr. MN. Adeoque, cum sit

TAB. X.

$LR = \frac{XRq - XKq}{XR}$, (nam est XR. KR (= $\sqrt{XRq - XKq}$)

:: KR. RL,) erit etiam $MN = \frac{XRq - XKq}{XR \times XK}$ in Rr; quæ dif-

ferentia est inter XN, five XR, & XM. Et inde erit XM

$= XR - \frac{XRq + XKq}{XR \times XK}$ in Rr. Inventa est itaque ratio inter

XK, XM, & XR, cum angulus IXA sit infinitè parvus. Quin etiam, utcunque IX obliqua ponatur, illæ XK, XM, & XR eandem relationem observabunt, siquidem reciproce sunt ut sinus Incidentiæ & Refractionis, & proinde inventa est etiam inter eas ratio pro quâvis obliquitate incidentis IX. Atque ita cognitis, aut utcunque ad arbitrium assumptis, XK & XR, inde XM simul cognoscitur. Quod primò determinandum proposui.

Quam-

Quamobrem fit IX linea datum quemvis angulum AXI cum refringente superficie constituens, ceterisque stantibus, erit MN De Plano-
rum Re-
fractioni-
bus.

$$= \frac{XRq - XKq}{XR \times XK} \text{ in } Rr. \text{ Infuper est } RD (= \sqrt{XRq - XDq}).$$

$$XD :: MN. NR, \text{ atque adeò est } NR = \frac{XRq - XKq \text{ in } Rr \times XD}{XR \times XK \times \sqrt{XRq - XDq}}.$$

Quòd, si NR dividatur per XR, prodibit sinus anguli RXN respectu circuli, cujus semidiameter sit unitas. Quare, cum angulus iste & sinus ejus sunt maximi, ad maximum angulum determinandum quærenda erit maxima quantitas $\frac{NR}{XR}$, hoc, est ma-

$$\text{ximum } \frac{XRq - XKq \text{ in } Rr \times XD}{XRq \times XK \times \sqrt{XRq - XDq}} \text{ five (factà per datum } \frac{Rr \times XD}{XK}$$

$$\text{divisione) quærendum erit maximum } \frac{XRq - XKq}{XRq \times \sqrt{XRq - XDq}};$$

id, quod per methodos de *maximis* & *minimis* satis notas fieri potest; &, prodibit $XRq = 3 XKq \times XRq - 2 XKq \times XDq$, cujus æquationis constructio est ejusmodi. A puncto quolibet incidentis Radii IX (*Fig. 46.*) demitte perpendiculum IA, & in TAB. X. eo fume AF = AX; &, XI producto ad B, ut sit IB = $\frac{1}{2}$ IX, super BX describe semicirculum BEX, cui inscribe XE = XF; dein XB produc ad C, ut sit BC = BE. Super CX describe semicirculum CGX, quem in G fecet perpendiculum IG super Diametro ejus ad I erectum. Denique, centro X & intervallo GX describatur arcus GH secans AI productum in H. Ducatur HX & producaturs versus R; eritque RX ipsius IX refractus, cum tanta sit posterioris medii densitas, ut differentia Refractionis RXM fiat omnium maxima. Quo invento, densitas posterioris medii talem Refractionem efficientis facile dabitur. Concipe ergo Radios XR & Xr esse mediocriter refrangibiles, diverso tamen gradu, & posterius medium sic inventum non modò inter istos, sed & inter extremos, seu maximè diffòrmes Radios, maximam, circiter, quàm potest Refractionis differentiam efficiet.

Sin autem hujusmodi differentiarum proportionem ad variam raritatem, vel densitatem mediorum desideretur; è jam ostensis facile

Part. I. facile determinabuntur, dummodo ponantur infinitè parvæ. Sic;
Sectio III. raritate vel densitate posterioris medii tantum variatâ, ut Radii se-
TAB. X. cundum IX (*Fig. 47.*) incidentes, nunc refringantur ad M & R,
 nunc ad *m* & *r*; ductâque quâlibet DK ipsi DX normali, quæ
 fecet eos in K, M, R, *m*, & *r*, erit angulus infinitè parvus
 MXR ad consimilem angulum *m*X*r*, sicut $\frac{XRq - XKq}{XRq \times RD}$, ad
 $\frac{Xrq - XKq}{Xrq \times rD}$. Quod si raritas vel densitas prioris medii varietur,

non mutato posteriori medio, Analysta facile deprehendet, quod
TAB. X. (in *Fig. 45.*) sit $MN = \frac{XRq - XKq}{XKq}$ in R*r*; & proinde quod
 (in *Fig. 47.*) sit ang. MXR ad ang. *m*X*r*: : $\frac{XRq - XKq}{XR \times RD}$.
 $\frac{Xrq - XKq}{Xr \times rD}$; non enim perinde est, siue raritas siue densitas an-
 terioris medii, siue posterioris medii varietur, ut è præostensis
 pateat.

Propositiones præcedentes ad Luminis è longinquo manan-
 tis diffusionem spectant. In duabus sequentibus agitur de Refra-
 ctione Luminis è propinquo manantis.

P R O P. XVIII.

*Heterogeneis Radiis à dato puncto ad datum punctum per su-
 perficiem positione datam refractis, quò medium densius sit magis
 densum, eò major erit eorum ad invicem inclinatio ex parte me-
 dii utriusque ad certum usque terminum, & post, erit eò minor.*

Scilicet, cum densitas ejus haud major sit quàm densitas al-
 terius medii, ut Refractio fiat infinitè parva, tum differentia Re-
 fractionis erit etiam infinitè parva; & proinde augebitur ex auctâ
 densitate. Quod si densitas ejus in infinitum augeatur, tum om-
 nium Radiorum in illud incidentium refracti perpendiculariter
 emergunt; (§. XLII. (1)) & è contra, soli perpendiculares possunt
 ingredi medium rarius è densiori (§. XLV. (2)); unde, omnes Ra-
 dii à puncto ad punctum refracti tunc pergent in iisdem lineis,

(1) Pag. 117. hujus. (2) Pag. 119. hujus.

siue

sive coincident ; & sic differentia Refractionis rursus in nihilum evanescet.

De Planorum Refractionibus.

P R O P. XIX.

Heterogeneis Radiis à dato puncto ad datum punctum per superficiem positione datam refractis , quò medium rarius sit magisrarum, eò major eorum erit ad invicem inclinatio ex parte mediutriusque.

Sit AT (Fig. 48.) superficies ita refringens difformes Radios FTX, FPX, ut, manantes ab eodem puncto F, in idem rursus conveniant ad X. Dico, (si medium prius esset rarius, ut præfati Radii adhuc magis refringerentur, puta, FTX secundum F \sharp X, & FPX secundum FpX,) quòd angulus pX \sharp foret major angulo PXT, ut & angulus pF \sharp major angulo PFT.

TAB. X.

Ad abbreviandum prioris Casûs demonstrationem, ponamus Radios esse quàm minimè difformes, ut, propter infinitè parvam differentiam Refractionis, angulos PXT & pX \sharp constituent infinitè parvos. (Confule Caf. II. Schol. ad Prop. XVII. (1)) Tum ducatur TK refractus Radii conformis ipsi FPX, ut infinitè parvus angulus KTX sit differentia Refractionis Radiorum secundum eandem FT incidentium; & pari modo ducatur \sharp k refractus Radii conformis ipsi FpX, ut angulus infinitè parvus k \sharp X existat differentia Refractionis Radiorum secundum eandem F \sharp incidentium. Liquet ergo, quòd, cùm Radius F \sharp sit obliquior quàm FT, atque etiam in medium densius incidat, erit k \sharp X major angulo KTX. Ad hæc, producantur KT, & k \sharp , donec in punctis D, ac d, secent lineam FA, quæ sit plano AT perpendicularis, & ultra producantur ad f & g, ita ut sit $\frac{FAq}{FT}$.

$\frac{DAq}{DT} :: TF. Tf$, & $\frac{FAq}{F\sharp}$. $\frac{dAq}{d\sharp} :: \sharp F. \sharp g$, & erunt puncta sic inventa, f, & g, foci Radiorum FTX & F \sharp X, per Prop. VIII. Caf. II. (2). Et inde Xf. Tf :: ang. KTX ad ang. PXT; ut & Xg. $\sharp g ::$ ang. k \sharp X ad ang. pX \sharp , (Caf. III. Schol. Prop. XII. (3)) Istæ quidem proportionalitates non sunt omnino veræ, *Is. Newtoni Opuscula. Tom. II.* V ubi

(1) Pag. 149. hujus. (2) Pag. 128. hujus. (3) Pag. 133. hujus.

Pars I.
Sectio III.

ubi anguli præfati, per differentiam Refractionis effecti, ponuntur esse definitæ alicujus magnitudinis; sed ad veritatem eò magis accedunt, quò anguli isti statuuntur minores, adeò ut in angulis infinite parvis pro accuratè veris haberi debeant. Jam, cùm, ex hypothefi, fit $A\epsilon$ major AT , erit etiam $X\epsilon$ minor XT , ut & tg major Tf , quemadmodum patet ex determinatione punctorum g , & f supra posità. Quamobrem est tg . Tf in majore ratione ϵX . TX ; vel, permutando, tg . ϵX majorem habet rationem, quàm Tf . TX ; &, componendo, tg . Xg habet majorem rationem, quàm Tf . Xf ; hoc est, substituendo rationes hisce æquales, ang. $pX\epsilon$ ad ang. $k\epsilon X$ majorem rationem habet, quàm ang. PXT ad ang. KTX ; &, permutando, $pX\epsilon$. PXT est in majore ratione, quàm $k\epsilon X$. KTX , ut dictum fuit; & ideo multò magis est ang. $pX\epsilon$ major ang. PXT . Q. E. D.

Et hinc verò de posteriori casu, quòd semper fit $pF\epsilon$ major angulo PFT , fiat conjectura; siquidem demonstrationem longè difficiliorem postularet, & his tamen multa impendisse verba jamdudum pertæsum est. Hæc itaque de Refractionibus solitariae superficie sufficiant.

De Radium bis refractorum affectionibus.

Quòd si gemina sit Refractio, proinde ut in Prismatibus contingit, quorum phænomena præsertim explicare statui, Radium sic refractorum passiones è præcedentibus ita manifestæ sunt, ut circa illas parum negotii interesse videatur. De parallelis quidem superficiebus nihil aliud occurrit observandum, quàm quòd posterior tantùm recurvat Radios, quantum prior incurvat. De inclinatis verò sequentia notentur.

P R O P. XX.

Homogenei Radii ad Prisma divergentes, post utramque Refractionem divergere pergunt.

Patet per Prop. VII. *

* Pag. 127, hujus.

Atque

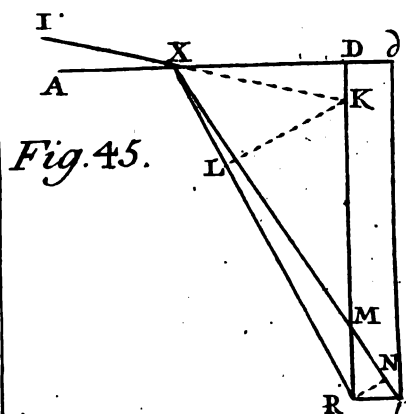
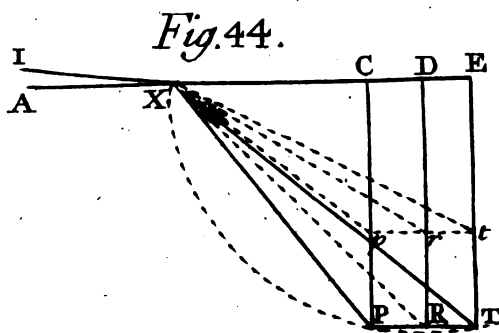
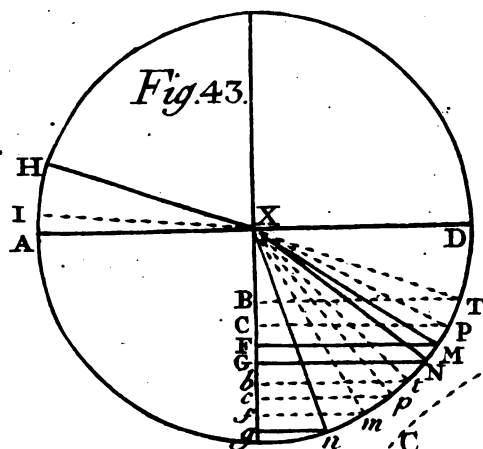


Fig. 47.

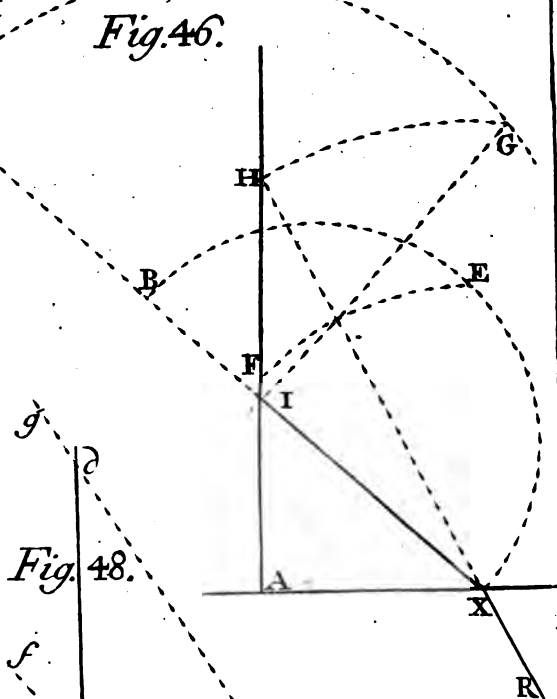
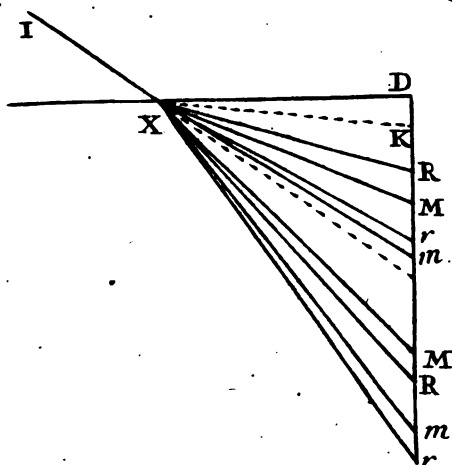
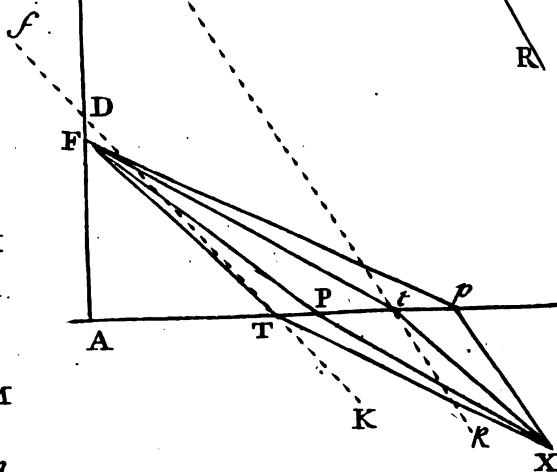


Fig. 48.



Atque idem de parallelis, vel convergentibus Radiis intellige; quòd, nempe, post utramque Refractionem manebunt paralleli vel convergentes.

De Planorum Refractionibus.

SCHOLIUM.

Quòd si punctum, à quo quilibet infinitè propinqui post utramque Refractionem divergunt, sive locus imaginis trans Prisma conspicuæ, desideretur, inventio ejus à Schol. ad præfatam Prop. VIII. (¹) manifesta est. Sed ut promptius fiat conjectura, juvabit adhibere Theorema hocce mechanicum. Quòd imago ad eandem illam circiter distantiam post Prisma apparebit, quam habet objectum, cujus est imago, dummodo Refractiones hinc & inde non sint admodum inæquales.

PROP. XXI.

Ex heterogeneis Radiis ad Prisma divergentibus, aliqui post utramque Refractionem convergent.

Id, quod constat ex Prop. X. (²) & XII. (³) Scilicet ex illis, qui in plano ad utraque refringentia plana perpendiculari jacent, magis refrangibiles ex Incidentiâ paulò obliquiori convenient cum minùs refrangibilibus, atque idem in innumeris aliis ferè planis superficiebus continget.

PROP. XXII.

E Radiis itaque sic à puncto ad punctum, sive ab objecto ad Oculum refractis, alii ad verticem Prismatis gradatim aliis priores transibunt, pro eo ut sint magis ac magis refrangibiles.

Per Prop. X. unde Colorum ordines definiuntur, de quibus post hæc.

P R O P. XXIII.

Quò major est angulus verticalis Prismatis, ceteris paribus, differentia Refractionis fiet eò major, & inde Colorum apparentia distinctior.

Et hoc manifestum est è Prop. II. (1)

P R O P. XXIV.

Quò densior est Prismatis materia, vel quò rarius est medium circumfluum, ceteris paribus, eò major erit Refractionis differentia, & inde Colorum apparentia manifestior.

Scilicet posterior casus è Prop. XIV. (2), & XVI. (3) patet. TAB. XI. Priorem verò, ne per Prop. XVII. (4) in dubium revocetur, sic ostendo. Concipe magis refrangibilem Radium PD, (Fig. 49.) & minimè refrangibilem TD sic in Prisma ad idem quodvis punctum D incidere, ut refracti pergant in eadem lineâ Dd; ac, denuo in d refracti, divergant versùs p ac t. Quo posito, constat, per Prop. XV. (3), quòd angulus pdt, ex auctâ Prismatis densitate augebitur; deque angulo PDT par est ratiocinatio; si modò Radii consimiles, secundùm easdem lineas retrocedere concipiantur. Patet itaque assertio de Radiis in Prismate coincidentibus, & inde etiam de parallelis.

L E M M A VII.

TAB. XI. *Radiis tribus homogeneis bI, gI, dI (Fig. 50.) è medio densiori in rarius per superficiem IK refractis, si differentie Incidentiarum bIg, gId sint æquales, summa refractorum angulorum extremis Radiis effectorum, erit duplo major anguli refracti per intermedium Radium effecti; hoc est, refractis Radiis retroactis ad B, G, ac D: Dico, quòd sit angulus Bib + Did major 2 ang. gIG.*

Etenim

(1) Pag. 126. hujus (2) Pag. 142. hujus. (3) Pag. 144. hujus.
(4) Pag. 147. hujus.

Etenim, descripto quovis circulo A D G tangente refringentem ^{De Plano-} superficiem in I, ^{rum Re-} cujus diameter fit AI, quique dictos Radios ^{fractioni-} fecet in *b*, *g*, *d*, B, D, G. Quandoquidem anguli *b*I*g*, & *g*I*d* sint æquales, erunt etiam arcus *bg* & *gd* æquales. Sed, ductis Ag, Ab, &c., erunt Ab, Ag, Ad sinus Incidentiarum, adeoque inter se ut sunt AB, AG, AD sinus Refractionum. Quare, (per Lem. VI. *,) est arcus DG major arcu GB; & inde $2gG$ minor est $2gG + GD - GB = gD + gB = gD - gd + gb + gB = Dd + Bb$; hoc est, $2gG$ minor est $Dd + Bb$, five angulus B**i***b* + ang. dID superat 2 ang. gIG. Q.E.D.

P R O P. XXV.

Homogeneis Radiis à Prismate refractis, angulus, quem incidentes & emergentes comprehendunt, tunc maximus evadit, cum æqualis est hinc & inde Refractio.

Sit ABC (Fig. 51.) Prisma, GRSN Radius utrinque æ- ^{TAB. XI.} qualiter refractus ad R & S; & IPQL alius Radius refractus inæqualiter, magis quidem ad P, minus ad Q; & producantur hi Radii donec sibi occurrant, IP & QL in T, GR verò & NS in V. Dico angulum RVS esse majorem angulo PTQ. Quod ut pateat, concipe Radios in lineis PQ & RS hinc inde pergentes utrinque egredi Prismate; & sic è medio densiori in rarius refringi. Nam, in triangulis CPQ, CRS, cum angulus C communis sit, ceterorum angulorum summæ erunt æquales; & proinde, cum CRS sit isosceles, duplum anguli CSR æquabitur angulis CPQ + CQP. Quamobrem Radii QP Incidentia ad P tantò major est Incidentiâ Radii RS ad S, quantò eadem Incidentia sit major Incidentiâ PQ ad Q. Trium itaque Incidentiarum differentiæ sunt æquales; adeoque, juxta Lemma præmonstratum, summa refractorum angulorum, per Incidentiam maximam & minimam effectorum, major erit duplo anguli refracti per Incidentiam mediocrem effecti. Hoc est, ang. QPT + ang. PQT superant 2 ang. RSV, five majores sunt ang. RSV.

* Pag. 140 hujus.

Part I.
Section III.

+ ang. VRS. Itaque, cum in triangulis PTQ & RVS summa angulorum ad basin PQ sit major summa eorum ad basin RS, erit angulus verticalis RVS major angulo verticali PTQ. Q.E.D.

LEMMA VIII

TAB. XI. *Si secundum tres lineas bI, gI, dI (Fig. 52.) æquales angulos bIg, gId continentes, tres Radii minime refrangibiles incident ad I in superficiem IK, & è medio densiori in rarius refringantur, quorum refracti retrorsum producti sint IB, IG, ID; & præterea, si trium maxime refrangibilium Radiorum, secundum easdem lineas bI, gI, dI incidentium, refracti retrorsum producti sint Ib, Ig, Id, differentia Refractionis Radiorum, quorum Incidentia est minima, una cum differentia Refractionis eorum, quorum Incidentia est maxima, major erit quam dupla differentia Refractioni eorum, quorum Incidentia est mediocris. Hoc est, ang. Bb + ang. DId superant 2 ang. GIg.*

Etenim, descripto quovis circulo ADI, tangente refringentem superficiem in I, cujus diameter sit AI, quique præfatos Radios in punctis *b, g, d, B, b, G, g, D, d* secet; concipe subtensas ab A ad quodlibet istorum punctorum duci; & erunt *Ab, Ag, Ad* inter se, ut sunt *AB, AG, AD*, atque etiam, ut sunt *Ab, Ag, Ad*. Unde sequitur, quod *AB, AG, AD* inter se sunt, ut *Ab, Ag, Ad*. Et præterea, per Lem. VI. (1), quod sit arcus *GD* major arcu *BG*, & arcus *gd* major arcu *bg*. Jam fiat arcus *GM = BG*, eritque *GD* major *GM*, & *AD* major *AM*. Item in peripheriâ *AD* sume punctum quoddam *N* sub hac conditione, ut, si concipias *AM*, *AN* subtensas duci, sit *AB. Ab :: AM. AN*, & erunt *AB, AG, AM* inter se, ut sunt *Ab, Ag, AN*; adeoque, cum arcus *BG* ac *GM* sint æquales, erit summa arcuum *Bb + MN* (per Lem. VII. (2)), major duplo arcu *Gg*. Sed, cum sit *AM. AN :: (AB. Ab ::) AD. Ad*; vel, conversè, *AM. AD :: MN. Dd*, propter *AD* majorem quam *AM*, erit arcus *Dd* major arcu *MN*;

(1) Pag. 140. hujus. (2) Pag. 156. hujus.

&c.

&, utrobique addito arcu Bb, erit arc. Bb + arc. Dd major arc. Bb + arc. MN; & multò magis erit arc. Bb + arc. Dd major duplo arcu Gg, five ang. Bb + ang. DId major 2 ang. Gg. Q.E.D.

De Plano-
rum Re-
fractioni-
bus.

PROP. XXVI.

Heterogeneis Radiis à Prismate refractis, differentia angulorum, quos incidentes cum emergentibus constituunt, tunc minima evadit, cum æquales sunt utrobique Refractiones.

In Prismate ABC (Fig. 53.) fumatur CR æqualis CS; & TAB. XI. RS ducatur, ut & alia quævis linea PQ, quæ non sit parallela ad RS; & concipe Radios in Prismate secundum has lineas PQ & RS hinc inde pergentes, ad puncta P, Q, R, & S egredi, & maximè refrangibiles versùs K, M, H, & O refringi, ac minimè refrangibiles versùs I, L, G, & N. Dico, quòd Refractionum inæqualiter ad P, & Q factarum differentia simul sumptæ IPK + LQM sint majores, quàm HRG + NSO, differentia Refractionum æqualiter ad R, & S factarum simul sumptæ. Nam, Incidentiarum ad P, Q, & S differentia sunt æquales, ut ostensum erat in Prop. præcedenti, atque adeò, per Lem. VIII*, differentia Refractionis Radiorum difformium ad P, ubi maxima est Incidentia, unà cum differentiâ consimili ad Q, ubi minima est Incidentia, excedit duplum consimilis differentia ad S, ubi Incidentia mediocris est. Hoc est, ang. IPK + ang. LQM major 2 ang. NSO. Sive, cum GRH & NSO æquentur ang., IPK + ang. LQM superant ang. NSO + ang. GRH. Q.E.D.

SCHOLIUM

Posui quidem Radios à Prismate utrobique egredi; sin pergant ab I, & K per P, & Q ad L, & M; & à G, & H per R, & S versùs N, & O, linearum positiones, & quantitates angulorum non inde mutabuntur; & proinde demonstratio præ-

* Pag. 158. hujus.

fata

Part I.
Sectio III.

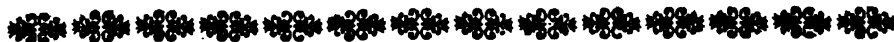
fata tunc etiam valebit; & propter eandem rationem valebit etiam, cum Radii, ad Prisma divergentes, evadunt in Prismate paralleli. Quod idem de Propositionum XXIV & XXV demonstrationibus iridem intellige. Quinetiam in aliis quibuscunque casibus, ubi divergunt ante Refractionem, & post convergunt, vel in Prisma incident paralleli, non adeò multum à parallelismo intra Prisma recedunt unquam, quin ut anguli vel differentiae angulorum, quos incidentes cum emergentibus constituunt, pro iisdem, circiter, haberi possint, ac si intus essent paralleli; adeoque dictas Propositiones ad omnes omnino casus extendi.

P R O P. XXVII.

Si denique Radiis, à dato puncto F ad datum punctum X per
TAB. XI. *Prisma ABC (Fig. 54.) positione datum refractis, desiderentur*
Anguli DFE, GXH, quos heterogenei comprehendunt.

Problema ex eorum numero est, quæ Veteres linearia dixere; at sequens mechanica solutio, quantum exigunt res practicæ, veritati appropinquat. Finge summam angulorum $DFE + GXH$ æqualem esse angulo NMO , quem Radii duo, alteris FD & FE , quoad Refrangibilitatem consimiles, ac juxta quamvis lineam LM , rectæ angulum DFE bisecanti quamproximè parallelam incidentes, post binam Refractionem constituunt. Et è Radiis ad X refractis, aliquem GX , cum incidente Radio FD convenientem in V , produc ad f , ut sit f locus imaginis, quam objectum F Oculo in X constituto exhibet. Dein ang. OMN ac distantis fX & fV mechanicè cognitis, dic esse fX . $fV ::$ ang. NMO ad ang. GXH ; & erit GXH , quem quæris, proximè; quemadmodum ex ostensis ad Schol. Prop. XII. (1), quodammodo manifestum est. Cum Refractiones utrobique non sunt admodum inæquales, res expeditius absolvitur per Schol. ad Prop. I (2), fingendo esse VX . $FV ::$ ang. DFE ad ang. GXH ; vel, compositè, $FV + VX$. $FV ::$ ang. NMO ad ang. GXH .

(1) Pag 132. hujus. (2) Pag. 125. hujus.



PARS PRIOR.

SECTIO QUARTA.

De Refractionibus curvarum superficierum.

HÆC de Refractionibus planorum: De curvis & præsertim sphaericis superficiebus jam agendum est, quarum doctrinam, respectu homogeneorum Radiorum, sequentibus Propositionibus complecti conabimur.

PROP. XXVIII.

Radii in curvam superficiem incidentis refractum ducere.

Nempe eadem est Refractio Radii à Curvâ, ac est à plano contingente Curvam in puncto Refractionis. Quære ergo refractum à contingente plano per Prop. III. *

PROP. XXIX.

Si Radii, seu paralleli, seu ad punctum aliquod contermini, se sphaerae objiciant refringendos, refractorum axi quàmproximorum concursus sive focus determinare. †

Sit A (Fig. 55.) punctum Radios ejaculans versùs sphericam superficiem BNP centro C descriptam; è vertice & centro erige ad axem AC perpendiculares BH, & CI, ipsisque occurrentem in H & I age quamlibet AI per punctum A. Tum, à puncto C versùs I, cape CR, quæ sit ad CI ut sinus Refractionis ad sinum Incidentiæ, & age rectam HR occurrentem AC in Z; & erit Z concursus refractorum, quem oportuit determinare. Sit enim AN Radius axi vicinissimus incidens ad N, & occurrens CI in K. Age NZ occurrentem CI in g; &, ut mos est, *Is. Newtoni Opuscula. Tom. II.* X *concl.* TAB. XI.

* Pag. 126. hujus. † Vid. BARROW: *Leß. Opt.* L. XIV. ad finem.

Part I.
Sectio IV.

concepe infinitè parvum arcum BN æqualem esse BM segmento rectæ BH ad Radium AK terminato ; & erit CI. BH :: CK. BN, ac BH. CR :: BN. Cg, & ex æquo, CI. CR :: CK. Cg. Hoc est, CK. Cg ut est sinus Incidentiæ ad sinum Refractionis. Et proinde, cùm anguli CAK & CZg, ex hypothesi, sint infinitè parvi, adeoque CK ad AN, & Cg ad NZ perpendicularares, vel saltem æquipollentes perpendicularis, erit NZ refractus ipsius AN. Q. E. D.

C O R O L L. I.

Posito I ad R ut est sinus Incidentiæ ad sinum Refractionis, erit $\frac{I}{R}$ AB. AC :: BZ. CZ. Est enim $\frac{I}{R}$ AB. AB :: (I. R ::) CI. CR; & AB. AC :: BH. CI. Et, ex æquo perturbatè, $\frac{I}{R}$ AB. AC :: (BH. CR ::) BZ. CZ.

C O R O L L. II.

Si quando punctum A infinitè distet, seu parallelos Radios ejaculetur; tum, propter æquales BH & CI, erit I. R :: BZ. CZ. Atque ita, si refracti Radii paralleli sunt, tum propter æquales BH & CR, erit I. R :: AC. AB.

C O R O L L. III.

Si è quatuor punctis A, B, C, & Z, tria quævis dentur, potest quartum inveniri, ut è sequentibus exemplis patebit.

E X E M P L. I.

Dentur A, B, C, & quærat Z. Scilicet est $\frac{I}{R}$ AB. AC :: BZ. CZ; adeoque divisim, $\frac{I}{R}$ AB — AC. AC :: BC. CZ.

EXEMPL.

EXEMPL. II

Si, datis A, B, & Z, quærat C; cum sit $\frac{I}{R} AB. AC :: BZ. CZ$, vicissim erit, $\frac{I}{R} AB. BZ :: AC. CZ$, & compositè, $\frac{I}{R} AB + BZ. BZ :: AZ. CZ$.

EXEMPL. III

Si datis A, C, & Z, quærat B; cum sit $\frac{I}{R} AB. AC :: BZ. CZ$, five $AB. \frac{R}{I} AC :: BZ. CZ$, vicissim erit $\frac{R}{I} AC. CZ :: AB. BZ$; & compositè, $\frac{R}{I} AC + CZ. CZ :: AZ. BZ$.

Possunt eadem determinari per ductum linearum; veluti si, datis A, B, & Z, quærat C. Erige ad AZ normalem BH cujusvis longitudinis, & in eâ cape BG, quæ sit ad BH, ut I ad R; jungè AH & GZ occurrentes in I, & IC normaliter demissa ad AZ incidet ad punctum quæsitum C.

NOTA 1. Quòd Z sit locus imaginis objecti A per Refractionem exhibitæ, cum Spectatoris Oculus in axe ultra Z constituitur.

2. Si quando refracti Radii divergant, vel incidentes convergant, vel sint paralleli, similis erit Problematis constructio, mutatis tantum suo modo mutandis.

3. Si è puncto A emissi Radii per plures sphæricas superficies, eundem axem AC retinentes, successivè transmittantur, ad concursum post omnes Refractiones determinandum, quære primò concursum Radium post primam Refractionem; deinde concursum eorundem post secundam Refractionem, juxta ac si primò emissi fuissent è puncto præcedentis concursus; & sic deinceps, donec ad ultimum concursum deventum sit. Atque hoc pacto locus imaginis objecti cujusvis, per Telescopium, vel Microscopium visi, determinari potest.

X 2

4. Ope

Part. I.
Sectio IV.

4. Ope Corol. III. Lentēs ex sphaericis superficiebus confici possunt, quæ Telescopiis modo quolibet designato constituendis inservient. Patet enim ex illo Corollario, quod non tantum Refractiones datarum Lentium investigari possunt, sed & Lentēs delineari, quæ datas Refractiones peragent.

LEMMA IX.

Ad datam quamvis Curvam concursum axis & viciniſſimi perpendiculi determinare.

TAB. XII. In Fig. 56. sit BNn Curva, & ad quodvis ejus punctum n indeterminatè spectatum quære perpendiculum nc , per notas methodos ducendi perpendicula Curvarum; & simul invenies longitudinem Bc . Tum, (demisso ad Bc normali nt .) finge Bt , vel nt , infinitè parvam esse, seu nullam, & emergit longitudo BC , cujus terminus est ad concursum axis cum viciniſſimo perpendiculo.

EXEMPL. I.

Sit BNn Parabola, cujus latus rectum r , & Bt dic x ; erit $Bc = x + \frac{1}{2}r$, ut notum est. Pone jam $x = 0$, & restabit $\frac{1}{2}r$ pro longitudine BC ad verticem.

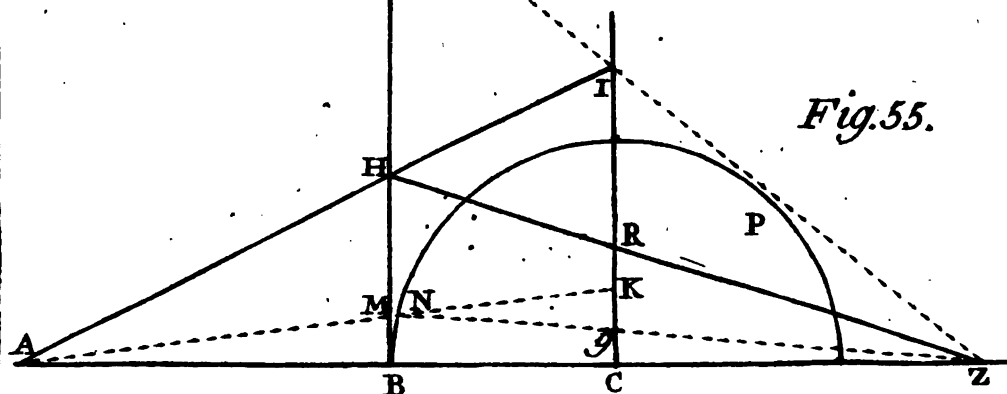
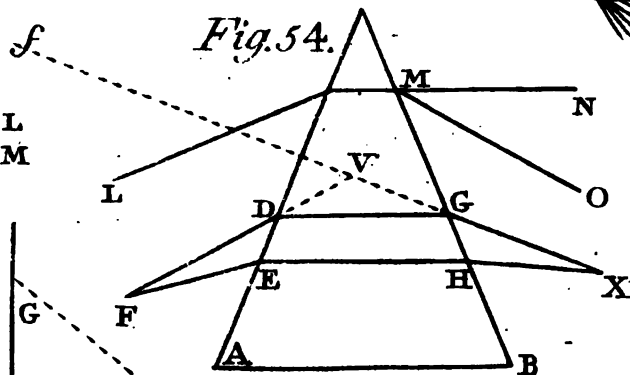
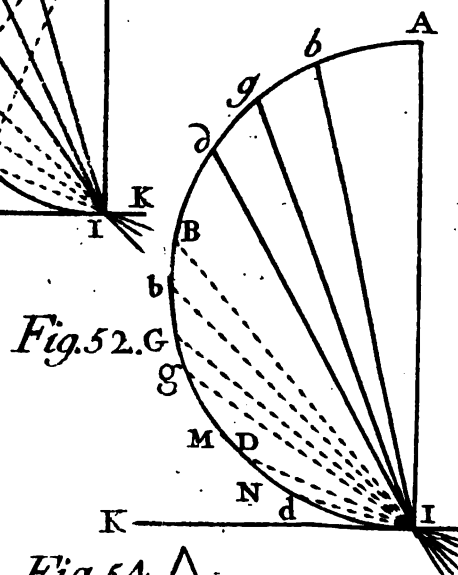
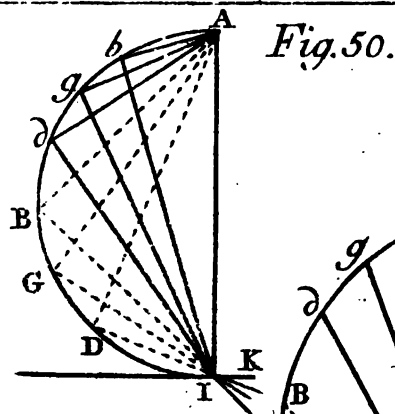
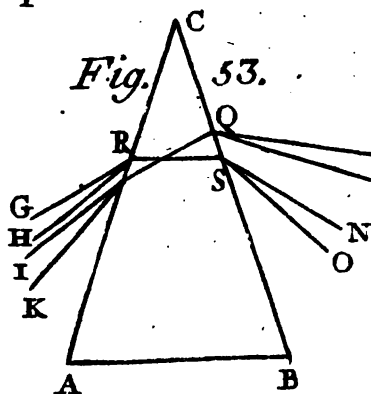
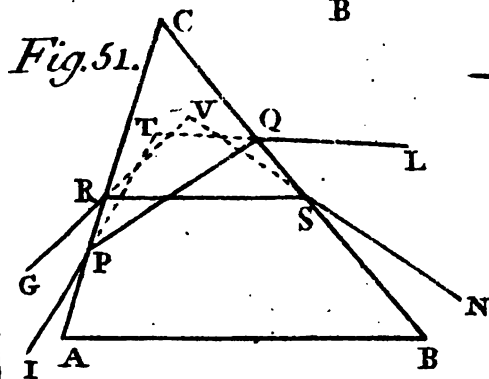
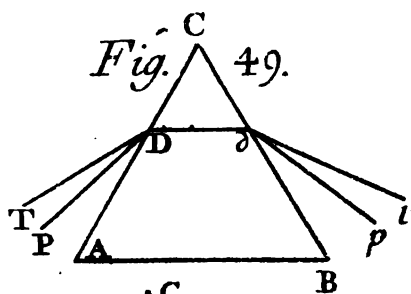
EXEMPL. II.

Sit BNn Ellipsis, cujus latus rectum r , & transversum q ; eritque, (ut notum est,) $Bc = x - \frac{rx}{q} + \frac{1}{2}r$. Jam pone $x = 0$, & restabit iterum $\frac{1}{2}r$ pro longitudine BC ad verticem. Nec fecus in Curvis magis compositis procedendum est.

PROP. XXX.

Radius in curvam quamvis superficiem quamproximè perpendiculariter incidentibus, refractorum concursus, seu focus, determinare.

Esto



Est *PBQ* (*Fig. 57.*) *Curva* quævis ; *A* commune punctum, seu concursus incidentium Radiorum ; *AB* Radius perpendicularis, sive axis ; & *AN* Radius quamproximè perpendicularis, sive axi proximus ; sitque *NC* ad *Curvam* perpendicularis, axique *AC* occurrens ad *C*. Et puncto *C*, per *Lem. IX.*, invento, erige ad *B* & *C* perpendiculara *BH* & *CI*, quibus in *H* & *I* occurrentem age quamvis *AI*. Versus *I* cape *CR*, quæ sit ad *CI* ut sinus Refractionis ad sinum Incidentiæ, & recta *HR* occurret ipsi *AB* in quæsito refractorum concursu *Z*.

De Curvarum Refractionibus.
TAB. XII.

Probatur ad modum præcedentis Propositionis, & huic etiam consimilia Corollaria & Notæ competunt.

P R O P. XXXI.

Parallelis Radiis in Sphæram incidentibus, refractorum ab axe remotorum errorem à principali foco determinare.

In *Schem. 58.* sit *NBM* Sphæra ; *C* centrum ejus ; *CB* semidiameter incidentibus Radiis parallela ; *AN* Radius incidens ; & *NK* refractus ejus, occurrens axi, seu semidiametro *CB*, in *K* ; & , posito *F* principali foco ; id est, in quem Radii prope axem jacentes congregantur, quærendus erit error *FK*. Demitte ergo perpendiculares *CE* in *NK*, & *NG* in *CK* ; & dic *CB* = *a* ; *GB* = *x* ; & *CK* = *z* ; atque ex naturâ circuli erit *NGq* = *2ax* — *xx* ; cui adde *GKq*, hoc est, *zz* + *2xz* — *2az* + *xx* — *2ax* + *aa* ; & prodibit *NKq* = *zz* + *2xz* — *2az* + *aa*. Jam, cum *NG* sit ad *CE* ut sinus Incidentiæ ad sinum Refractionis, sive ut *I* ad *R*, & , propter similitudinem triangulorum *CEK* & *NGK*, *NK* & *CK* sint in eâdem ratione, erit *II. RR* :: (*NKq. CKq* ::) *zz* + *2xz* — *2az* + *aa. zz* ; adeoque *IIzz* = *zz* + *2xz* — *2az* + *aa* in *RR*, & , factâ reductione, $zz = \frac{2RRaz - 2RRxz - RRaa}{RR - II}$, extractâque radice $z = \frac{RRa - RRx + R\sqrt{IIaa - 2RRax + RRxx}}{RR - II}$.

TAB. XII.

Pars I.

Seccio IV. ac, radicali in infinitam seriem redacta, $z = \frac{Ra}{R-I} - \frac{RRx}{IR-II} - \frac{R^3x^2}{2I^3a} - \frac{R^5x^3}{2I^5a^2}$, &c. Jam, cum per Corol. II., vel III., ad Prop. XXIX. *, fit $\frac{Ra}{R-I} = CF$, (id, quod etiam innotescit ex valore z jam invento, fingendo esse $x=0$,) ex hoc CF subduc inventum valorem z & restabit $\frac{RRx}{IR-II} + \frac{R^3x^2}{2I^3a} + \frac{R^5x^3}{2I^5a^2}$ &c. pro valore erroris KF, quem quærimus.

C O R O L L. I

Si BG, five x , ponatur valde exigua, erit $\frac{RRx}{IR-II}$ quamproximè æqualis KF; tunc enim quantitates $\frac{R^3x^2}{2I^3a} + \frac{R^5x^3}{2I^5a^2}$, &c., propter ascendentes potestates ejusdem x , evadunt admodum exiguæ, & respectu termini $\frac{RRx}{IR-II}$ pro nullis haberi possint.

C O R O L L. II.

Quinetiam, si statuas $NG = y$, erit $\frac{RRyy}{2IRa - 2IIa} = KF$, circiter. Etenim est $NGq = BG \times \overline{BC} + \overline{CG}$, five $= BG \times 2BC$ proximè, hoc est, $yy = 2ax$ ferè, vel $\frac{yy}{2a} = x$, & substituendo $\frac{yy}{2a}$ pro x in valore ipsius KF, emerget $\frac{RRyy}{2IRa - 2IIa} = KF$.

C O R O L L. III.

Hinc errores KF sunt ut sagittæ GB, vel ut quadrata semichordarum NG.

C O.

* Pag. 162. hujus.

COROLL. IV.

Si Radius ANK detur positione, & paralleli alicujus, axi-
que prioris & ad alteras axis partes incidentis, Radii an refractus
 nk ducatur, secans axem in k , & hunc refractum NK in Q, &
ad axem demittatur normalis Qo; linea Ko evadet omnium ma-
xima, ubi Radius an duplo minùs distat ab axe circiter, quàm
Radius alter AN. Demissâ enim ad axem normali ng , ponatur
 $ng = v$; $Ko = s$; $GK = f$; & $KF = b$; &, per Corol. III.
hujus, erit $yy. vv :: KF. Fk$. Adeòque $kF = \frac{bvv}{yy}$, quo à
KF subducto, restat $\frac{byy - bvv}{yy} = Kk$.

Præterea est GK. GN :: Ko. Qo; adeòque $Qo = \frac{ys}{f}$: Item
 $gn. GK (=gk \text{ proximè,}) :: Qo. ok$; quare $ok = \frac{ys}{v}$. Huic
adde Ko, & iterum prodit $Kk = \frac{vs + ys}{v}$. Quamobrem est
 $\frac{vs + ys}{v} = \frac{byy - bvv}{yy}$, factâque divisione per $v + y$, & reductâ
æquatione, prodit $s = \frac{byy - bvv}{yy}$.

Jam, ut maximus s inveniatur, multiplica terminos, juxta
methodum HUDDENII, per dimensiones quantitatis indetermina-
tæ v ; & emerget $o = \frac{bvy - 2bvv}{yy}$, sive $y = 2v$; hoc est,
 $NG = 2ng$.

COROLL. V.

Et hinc Ko, ubi maximum est, æquatur quartæ parti ipsius
KF, circiter; nam, in valore ipsius s jam ante invento, si scribas
 $2v$ pro y , exoritur $\frac{1}{4}b = s$.

CO-

COROLL. VI.

Est etiam $oQ = \frac{Ry^2}{8Iaa}$. Nam, est GK (=BF proximè).
 $GN :: Ko. oQ$; hoc est, $\frac{*Ra}{R-1} y :: \frac{RRy^2}{8IRa-8IIa} (= \frac{1}{2}KF)$.
 $\frac{**Ry^2}{8Iaa}$.

COROLL. VII.

Si arcus BM sumatur æqualis BN, & $Bm = Bn$, ac Radii ad puncta M & m refracti ducantur sibi occurrentes in P; constat esse spatium $PQ = \frac{\dagger Ry^2}{4Iaa}$, duplum nempe ipsius oQ ; & præterea constat, refractos omnium Radiorum in sphæricam superficiem inter N & M cadentium, convergere in spatium hocce PQ; & idem PQ esse minimum circulare spatium, in quod possent omnes congregari; adeoque focum esse, seu locum imaginis objecti, parallelos Radios in Lentem, ad usque limites M & N apertam, ejaculantis. Scilicet nulli Radii possunt transilire hoc spatium; quia, cum oQ fit in datâ ratione ad Ko; eritque oQ simul maximum, adeoque punctum Q omnium versùs F jacentium remotissimum ab axe, in quo Radius quisquam concurrit cum externo Radio NK; neque possunt in minus spatium congregari, quia Radii nk & mk secant externos Radios in ipsissimis punctis P & Q, quibus spatium PQ terminatur.

COROLL. VIII.

Si circuli NBM apertura augeatur vel minuatur, error lateralis PQ erit ut y^3 , five ut cubus latitudinis aperturæ NM. Item si, immutatâ aperturâ, mutetur circuli magnitudo, error PQ; erit reciprocè ut aa , five ut CBq; adeoque ut BFq; siqui-

$$\frac{*Ia}{R-1}$$

$$\frac{**RRy^2}{8IIaa}$$

$$\frac{\dagger RRy^2}{4IIaa}$$

liquidem CB & BF sint in datâ ratione: sin verò & circuli magnitudo & apertura mutetur, erit error ille PQ ut $\frac{y^3}{aa}$, sive ut $\frac{NM \text{ cub.}}{BF \text{ quad.}}$, quemadmodum ex $\frac{* Ry^3}{4 I aa}$ valore ipsius PQ constare potest.

De Curvarum Refractionibus.

SCHOLIUM

Eodem ferè modo, quo Radiorum parallelè incidentium errores KF & PQ determinavimus, consimiles divergentium, vel convergentium, errores, licèt calculo difficiliori, determinari possunt.

P R O P. XXXII.

Si Radii, sive paralleli, sive versùs commune aliquot punctum inclinati, se Sphæræ objiciant refringendos, refractorum extra axem sibi quamproximorum, & in eodem plano cum incidentibus jacentium, concursus determinare.

In Fig. 59. sit AN incidens Radius; NK refractus ejus; & NV in plano trianguli ANK recta linea tangens Sphæram ad N. Ad AN duc NR perpendicularem & occurrentem axi AC in R; nec non RV parallelam & occurrentem tangenti NV in V. Item, ad NK duc NQ perpendicularem; & VQ parallelam convenientes in Q: & age QC occurrentem NK in Z; eritque Z concursus Radiorum ipsi AN vicinissimorum. Sit enim An alius ex incidentibus priori AN infinite vicinus, & occurrens NR in G. Age nZ occurrentem NQ in H; & ad AN, & NK, è C centro Sphæræ demitte normales CD, & CE, occurrentes An, & nZ, in d, & e. Jam, cum AN supponatur infinite vicinus An, arcus infinite parvus Nn pro rectâ coincidente cum tangente NV haberi potest, ac triangula NGn, NRV; & NHn, NQV pro similibus. Quare est DC. Dd:: (NR. NG::NV. Nn::NQ. NH::) EC. Ee. unde, divisim & alternatim, DC. EC::dC. eC. Est autem DC ad EC ut sinus Incidentiæ ad sinum Re-

fractio-

Y

$$\frac{* R R y^3}{4 I I a a}$$

Part 1.
Sectio. IV

fractionis, propterea quod NK sit refractus ipsius AN , adeòque etiam dC est ad eC ut sinus Incidentiæ ad sinum Refractionis. Et proinde, cum anguli $DA d$ & $EZ e$ sint infinitè parvi, atque adeò Cd ad An & Ce ad nZ perpendiculares, vel saltèm perpendiculis æquipollentes, erit nZ refractus ipsius An . Q. E. D.

C O R O L L. I.

Est $ND. NE ::$ (sive $NP. NF ::$) $NR. NQ$. Nam, acta NC , propter triangula NRV , & NDC ; NEC , & NQV similia, est $ND. NR :: (NC. NV ::)$ $NE. NQ$; &, alternè, $ND. NE :: NR. NQ$.

Hinc promptior emergit Problematis resolutio, nempe ad Radios AN , NK erige normales NR , NQ , quorum NR axi AC occurrat, & NQ sit ad NR ut NF ad NP . Dein age QC , quæ cum NK in quæsito puncto Z conveniet. *

C O R O L L. II.

Est etiam $AN \times DC \times NE. AD \times EC \times ND :: NZ. EZ$; nam, est $AD. AN :: DC. NR$, & inde $NR = \frac{AN \times DC}{AD}$.

Item $ND. NE :: NR. NQ$, & inde $NQ = \frac{AN \times DC \times NE}{AD \times ND}$. adeòque $AN \times DC \times NE. AD \times EC \times ND :: (NQ. EC ::) NZ. EZ$.

C O R O L L. III.

Si punctum radians A infinitè distet, sive parallelas Radios ejaculetur, posito $I. R ::$ sinus Incidentiæ ad sinum Refractionis, erit $I \times NF. R \times NP :: NZ. EZ$. In hoc enim casu, AN & AD , cum sint infinitè longæ, pro æqualibus haberi debent. Atque adeò, per Coroll. II. hujus, erit $DC \times NE. EC \times ND :: NZ. EZ$. Sed, ex hypothesi, est $DC. EC :: I. R$; & proinde $I \times NE. R \times ND :: (NZ. EZ ::) I \times NF. R \times NP$. Ceterum de his vide plura in Lectionibus Dris. BARROW

Note.

* Vid. BARROW Lect. Opt. L. XIII. Art. 26.

Notetur autem 1°. quòd , mutatis mutandis, resolutio Problematis cuicunque casui facilè accommodatur, sive Radii incidentes divergant à puncto aliquo, vel ad idem convergant, vel incident parallelè.

De Curvarum Refractionibus.

2°. Cum è radiis huic ANK proximis, qui jacent in plano ANK, convenient in Z; qui verò in conicà superficie, per revolutionem trianguli ANK circa latus AK generatà, jacent, convenient in K; erit maxima Radiorum ipsi ANK undique proximorum constipatio circa medium spatii KZ, puta, ad Y; & proinde Oculo in lineà NK ultra K constituto, sensibilis imaginis objecti A, per Refractionem sphaericæ superficiei BN visi, locus erit ad Y, vel saltem intra limites K, & Z; nam locus ille non præcisè definitur.

3°. Cum Radii pluribus superficiebus successivè refringuntur, ut vicinorum post omnes Refractiones concursum determines, primò quære concursum post primam Refractionem; deinde concursum eorundem post secundam, tanquam si primariò effluxissent è puncto præcedentis concursus; & sic deinceps, ut ad Prop. XXIX. dictum fuit.

P R O P. XXXIII.

Radiis in quamcunque curvam superficiem incidentibus, refractorum sibi quamproximorum, & in eodem plano cum incidentibus jacentium, concursum designare.

In Fig. 59. finge BNP jam non Sphæram, sed aliam quamcunque Curvam referre; sitque A commune punctum, seu concursus, incidentium Radiorum; AN aliquis ex incidentibus; NK refractus ejus; & NC perpendicularis Curvæ ad punctum refringens. In hac NC quære intersectionem proximi alicujus perpendicularis, (qualis NC,) ad aliud proximum punctum refringens insistentis, * (id, quod alibi docebitur,) sitque ista intersectio C. Jam, ductà AC, demitte ad Radios AN, NK

TAB. XII.

Y 2

nor-

* In Tract. de Fluxionibus ab Auctore nostro A. D. 1665, 1666, &c. scriptis. Vide Tom. I. Opusc. II.

Part. I.
Sectio IV.

normales CD , CE ; ac erige NR , NQ , quorum NR occurrat AC in R ; sitque NQ ad NR ut NE ad ND , & acta QC conveniet cum refracto NK in desiderato proximorum refractorum concursu Z . Probatur ad modum præcedentis Propositionis, & huic etiam consimilia Corollaria, & Notæ competunt.

P R O P. XXXIV.

Figuram determinare, quæ Radios homogeneos, sive parallelos, sive ad commune aliquod punctum terminatos, ita refringet, ut refracti omnes ad aliud datum punctum accuratè conveniant.

TAB. XII. In *Fig. 60.* sit A concursus incidentium Radium, & Z refractorum; ac punctum aliquod B in rectâ AZ pro vertice Curvæ ad arbitrium sumatur. Ab illo B capiantur in lineâ BZ , versus medium densius, BG cujusvis longitudinis, & BR in ratione ad BG quam habet sinus Refractionis ad sinum Incidentiæ. Centrisque A & Z , & intervallis AG & ZR , describantur circuli se interfecantes in N ; & ipsius N locus erit Curva, quæ desideratam Refractionem peraget.

Quod ut pateat, producat AN ad S , ut sit NS . NZ : : BG . BR ; & ad NS , & NZ erigantur perpendiculares ST , & ZT concurrentes in T , & acta NT curvam tanget in N , * ut ex methodo ducendi tangentes alibi expositâ constabit. Jam, cum NS , & NZ sint ut BG , & BR , hoc est, ut sinus Incidentiæ & Refractionis; & respectu sinûs totius, sive semidiametri NT , sit NS sinus anguli NTS , qui æquatur angulo Incidentiæ Radii AN ; & NZ sinus anguli NTZ , qui æquatur angulo Refractionis Radii NZ : patet esse NZ refractum ipsius AN . Q. E. D.

Nota 1°. potest etiam Curva huic usui inserviens describi, quæ per datum quodvis punctum B extra axem AZ positum transibit; scilicet, in *Fig. 61.*, agantur AB , & ZB , & in ipsis capiuntur BG , & BR in ratione sinuum Incidentiæ, & Refractionis. Et Centris A , & Z , ac Intervallis AG , & ZR describantur circuli concurrentes in N , eritque N ad Curvam, quam oportet describere.

2°. Præ-

* In eodem Tract. de Fluxion.

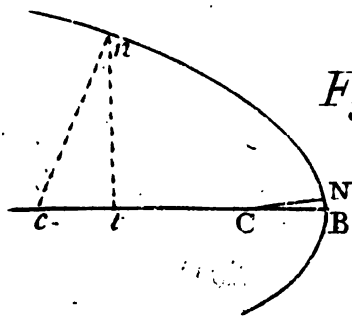


Fig. 56.

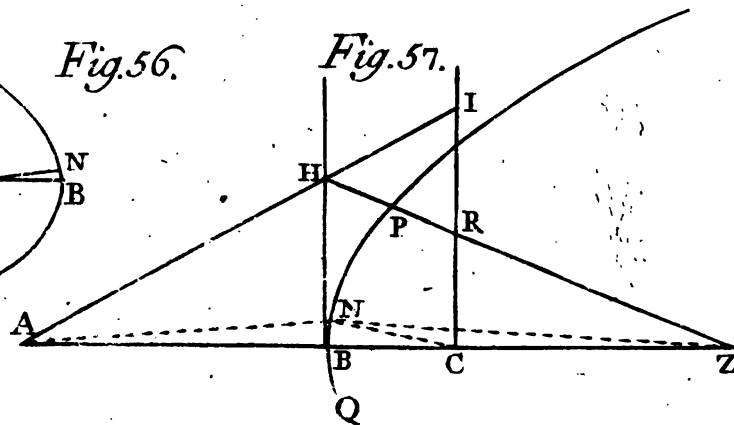


Fig. 57.

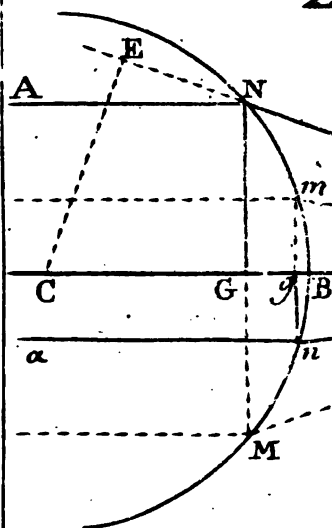


Fig. 58.

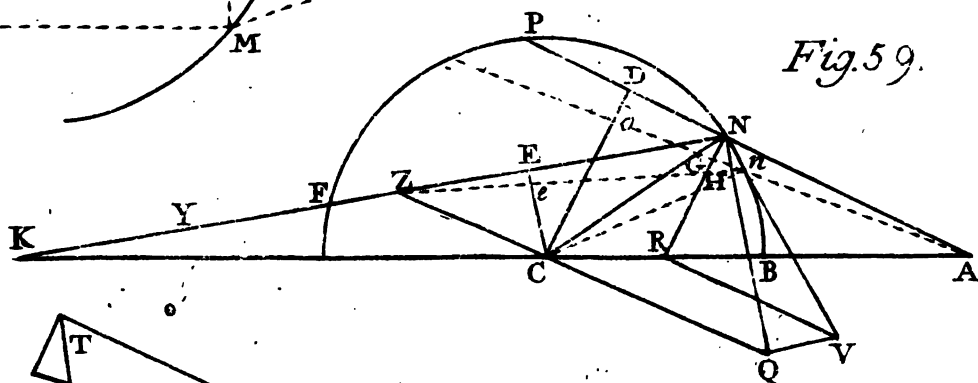
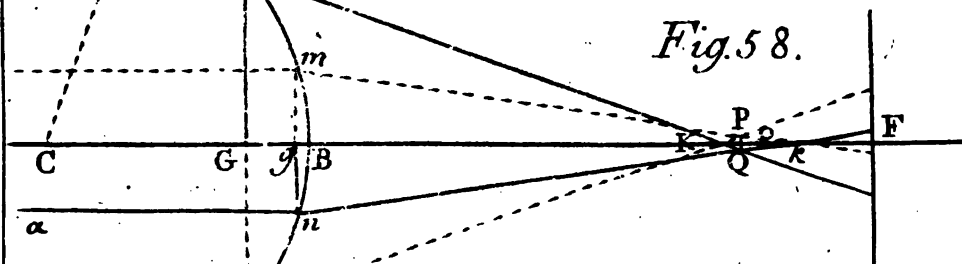


Fig. 59.

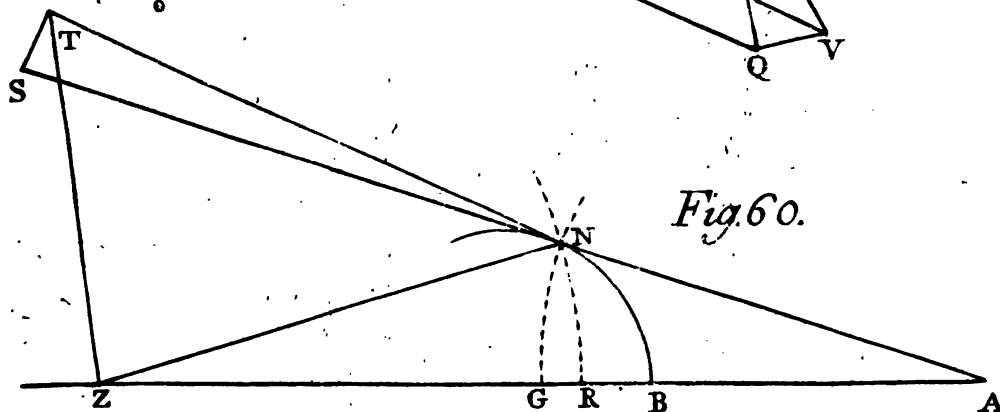


Fig. 60.

2°. Præfata Problematis refolutio , mutatis mutandis , fe ad omnes cafus extendit , five incidentes , aut refracti Radii convergant , divergant , vel exiftant paralleli ; five Refractio fiat è rariori medio in denfius , vel è denfiori in rarius. Et quidem , fi Radii ex neutrà parte paralleli fint , id eft , fi punctorum A & Z neutrum fit ad infinitam distantiam , Curva BN erit aliqua quatuor ellipfium , quas CARTESIUS in hunc ufum in Geometriâ defcripfit ; Sin alterutrum infinite diftet , ita ut Radii punctum illud refpicientes evadant paralleli , Curva erit conica fectio , uti notum eft : Et in hoc cafu , circulus RN , vel GN , propter infinitam centri distantiam , evadet recta linea , ipfi AZ ad R , vel G perpendicularis.

De Curvarum Refractionibus.

L E M M A X.

E parallelis Radiis ad circulum refractis, Radium illum determinare, cujus pars circulo inclufa datam babeat rationem ad partem refracti ejus eidem circulo inclufam.

In Fig. 62. fit AN Radius incidens ; NK refractus ; NP , & NF , partes eorum circulo inclufæ ; CD , & CE perpendiculara ad iftas partes è centro circuli demiffa ; & BC femidiameter acta parallela ipfi AN ; fitque CD. CE :: I. R ; & NP. NF :: p. q. His pofitis , ut innotefcat punctum N , quod Radios AN , & NK , determinat , erige ad BC normalem BX , cujus quadratum fit ad BC quadratum , ut $\frac{qq - pp}{pp}$ ad $\frac{II - RR}{II}$, & acta CX fecabit circulum in defiderato puncto N. Eft enim , ex hypothefi , p. q :: (NP. NF ::) ND. NE ; & I. R :: CD. CE ; quare $\frac{q}{p}$ ND = NE ; & $\frac{R}{I}$ CD = CE. Porrò , cum fit NDq + CDq (= NCq) = NEq + CEq , aufer hinc inde NDq + CEq , & reftabit CDq — CEq = NEq — NDq , hoc eft , fubftituendo valores ipfarum CE , & NE , modò inventos , CDq — $\frac{RR}{II}$ CDq = $\frac{qq}{pp}$ NDq — NDq , & , factâ reductione ,

Y 3

II —

Pars I.
Sectio IV. $\frac{11-RR}{11} CDq = \frac{qq-pp}{pp} NDq$; quo in proportionalitatem
 resoluta, fit $\frac{qq-pp}{pp} \cdot \frac{11-RR}{11} :: (CDq. NDq ::) BXq.$
 BCq. Q. E. D.

PROP. XXXV.

Sole Sphæram pellucidam illustrante, Radiorum ejus, post unam Reflexionem emergentium, maximam ad axem inclinationem determinare.

TAB. XIII. In Fig. 63. fit BNK Sphæra proposita; BCQ diameter, five axis incidentibus Radiis parallelus; AN aliquis ex incidentibus; NF refractus ejus; FG reflexus; & GR denuo refractus, & quærendus erit maximus angulorum, quos RG cum axe BQ potest conficere. In quem finem advertendum est, quòd in eo solo casu, ubi RG maximè inclinatur ad BQ, Radii ipsi AN vicinissimi possunt emergere paralleli ad RG, Nam, in aliis casibus, ex emergentibus Radiis sibi vicinissimis alii magis, alii minùs continuo inclinantur ad BQ; adeòque aliquantulum inclinantur ad se invicem. Advertendum est præterea, quòd Radii emergent paralleli, qui conveniunt ad punctum Reflexionis. Duc enim Radium *an* ipsi AN parallelum, & quamproximum; sitque ejus refractus *nf*; reflexus *fg*; ac iterum refractus *gr*; & punctis F, & f coincidentibus, cum anguli NF*n*, & GF*g*, sint æquales, & Refractiones ad N, *n*, & G; *g*, similes, emergentes Radii GR, & *gr*, æquè paralleli erunt ac incidentes AN, & *an*.

Quærendus est itaque Radius AN, cujus refractus cum refracto vicinissimi Radii *an* concurrit ad F. Et quidem, per Coroll. III. Prop. XXXII*, (demissis à centro Sphære ad Radios normalibus CD, & CE, positoque I. R :: CD. CE,) si Radii isti ad quodvis punctum Z concurrant, erit $I \times NF. R \times NP :: NZ. EZ :: NF. EF$ (puncto nempe Z ad ipsum F, juxta hypothefin, cadente) :: 2. 1. Quare $I \times NF = 2 R \times NP$; & $I. 2 R :: NP. NF$. Datur itaque ratio NP ad NF, & inde, per

* Pag. 107. hujus.

Lem.

Lem. X., dabitur punctum N. Scilicet ad verticem circuli ducatur tangens BX, cujus quadratum fit ad quadratum semidiametri BC, ut $4RR - II$ ad $II - RR$, & agatur CX; hæc enim circulo occurret in N, & ex invento N cetera nullo negotio determinantur.

COROLL I

Hinc fit $3RR. II - RR :: CNq. NDq.$ Cum enim sit $4RR - II. II - RR :: BXq. BCq$, componendo erit $3RR. II - RR :: (BXq + BCq = CXq. BCq ::) CNq. NDq.$

COROLL II.

Est & I. $2R :: ND. NE.$ Nam, supra fuit I. $2R :: NP. NF$, & ex his expeditior evadit Problematis resolutio.

SCHOLIUM.

Unà cum maximâ inclinatione Radii RG, datur maximus arcuum FQ, ad refractos NF terminatorum. Nam, angulus FCQ, quem FQ subtendit, est æqualis angulo, quem CF, & AN comprehendunt; hoc est, æqualis dimidio anguli, quem RG, & AN, vel BQ comprehendunt: & proinde arcuum FQ, æquè ac angulorum ab RG, & BQ comprehensorum, maximus est, qui Radio AN in punctum jam inventum incidente definitur.

PROP. XXXVI.

Sole Sphæram pellucidam BNP (Fig. 63.) illustrante, Radiorum ejus post duas Reflexiones emergentium minimam ad axem inclinationem determinare. TAB. XIII.

Sint AN, & an Radii duo incidentes sibi quamproximi, qui, post duas reflexiones in F, f, & G, g, emergant secundum HS, & bs: Et, manifestum est, quòd in eo solo casu, ubi angulus acutus, quem BQ, & SH comprehendunt, minimus est, Radii

Pars I.
Sectio IV.

Radii illi HS, & bs possunt esse paralleli, uti supra de Radiis GR, & gr dictum fuit; &, ubi hoc accidit, Radius etiam FG ad fg parallelus erit. Unde 2 arc. $Ff = (\text{arc. } Ff + Gg = \text{arc. } FG - fg = \text{arc. } NF - nf =) \text{arc. } Nn - Ff$. Adeoque 3 arc. $Ff = \text{arc. } Nn$; &, cum NF dividatur in Z in ratione istorum arcuum, ut patet, erit $NZ = 3 ZF = 3 EZ$. Cum itaque, per Coroll. III. Prop. XXXII. *, sit $I \times NF. R \times NP :: NZ. EZ :: 3. 1$, erit $I \times NF = 3 R \times NP$, sive $I. 3 R :: NP. NF$. Datur itaque ratio NP ad NF; & inde, per Lem. X. dabitur punctum N; ducendo nempe BX, quæ circum- lum tangat in vertice B, & cujus quadratum sit ad BC quadra- tum ut $9RR - II$ ad $II - RR$, & agendo CX, quæ oc- curret peripheriæ in N. Invento autem N, cetera faciliè deter- minantur.

COROLL. I.

Hinc est $8RR. II - RR :: CNq. NDq.$ Nam, $9RR - II. II - RR :: BXq. BCq$, &, componendo, $8RR. II - RR :: CXq. BCq :: CNq. NDq.$

COROLL. II.

Est etiam $I. 3 R :: ND. NE$; utpote, cum supra fuerit $I. 3 R :: NP. NF$.

SCHOLIUM.

Ad eundem modum maxima Radii KT, post tres Reflexio- nes emergentis, inclinatio ad axem, juxta ac maximus arcuum QG investigabitur. Scilicet, in eo casu FG, & fg convenient ad G, eritque arc. $Ff = (\text{arc. } FG - fG = \text{arc. } NF - nf =) Nn - Ff$; &, inde, 2 arc. $Ff = \text{arc. } Nn$, & $NZ = 2 ZF$, adeoque 4. $1 :: NZ. EZ ::$ (per Coroll. III. ad Prop. XXXII *) $I \times NF. R \times NP$; sive, $I. 4 R :: NP. NF$; &, proinde, per Lem.

* Pag. 170. hujus.

Lēm. X*, 16 RR — II. II — RR :: BXq. BCq; unde con-
 sectatur esse 15 RR. II — RR :: CNq. NDq; & I. 4 R De Cur-
varum Re-
fractioni-
bus.
 :: ND. NE.

Atque ita, si Radii, post quatuor Reflexiones emergentis, in-
 clinatio minima desideratur, determinabis faciendo ut sit 25 RR
 — II. II — RR :: BXq. BCq; vel, 24 RR. II — RR ::
 CNq. NDq. Et I. 5 R :: ND. NE; & sic præterea in in-
 finitum.

Transactis Refractionibus homogeneorum Radiorum, jam restat
 ut heterogeneos conferamus. De horum ad plana Refractionibus
 paulò fusiùs agebamus, ut eò Prismatum, (quorum usus in ex-
 perimentis faciendis posthac erit frequentissimus,) affectiones in-
 notescerent. Præcipuum verò, quod circa curvas superficies jam
 determinandum occurrit; est quantitas erroris Radiorum, à quo
 oritur confusio, sive indistincta visio objectorum, quæ in Tele-
 scopiis per nimiam vitri, objectum respicientis, aperturam eve-
 nire solet. Et in hunc finem, cùm præmissa sit Prop. XXXI.,
 unde errores innotescunt, qui in sphæricis superficiebus per inep-
 titudinem figuræ efficiuntur: sequentem jam subjungimus, quâ
 errores ex inæquali Refrangibilitate diversorum Radiorum orti,
 determinari possunt.

P R O P. XXXVII.

*Heterogeneis Radiis in Sphæram incidentibus, errores ex in-
 æqualibus Radiorum similiter incidentium Refractionibus progenitos
 determinare.*

E puncto A (Fig. 64.) in Sphæram NBM centro C descrip-
 tam, incident secundum lineam aliquam AN Radii duo maxime
 diffformes; quorum refracti sunt NF, & Nf, axi occurrentes in
 F, & f; & in illos demittantur perpendiculara CI, CP, & CT.
 Jam, si accurata resolutio desideretur, Refractiones Radiorum NF
 & Nf seorsim computandæ sunt; sed, cùm arcus NM ponatur
 admodum exigua portio circuli, veritatem quamproximè asseque-
 mur, assumendo angulos CNI, CNP, & CNT ferè esse ut

TAB. XIII.

If. Newtoni Opuscula. Tom. II.

Z

eorum

* Pag. 173. hujus.

Part I.
Sectio IV.

eorum sinus. Sit ergo I communis sinus Incidentiæ; P sinus Refractionis Radiorum maximè refrangibilem; ac T sinus ille minimè Refrangibilem. Erit ang. CNI ad ang. CNP :: I. P, & ang. CNP ad ang. CNT :: P. T; ac, divisim, ang. INP ad ang. CNP :: P — I. P; & ang. CNP ad ang. PNT :: P. P — T; & ex æquo, ang. INP ad ang. PNT :: P — I. P — T.

Sume jam arcum BM æqualem arcui BN, & Radiorum secundum AM incidentium duc refractos MF, Mf, prioribus occurrentes in V, & X. Age VX, & produc donec occurrat incidentibus Radiis ad G, & H; & patet VX esse latitudinem minimi spatii, in quod omnes Radii congregari possunt. Estque GX. VX :: (ang. GNX ad ang. VNX proximè :: ang. INP ad ang. PNT ::) P — I. P — T; & GH + VX (2. GX). VX :: 2 P — 2 I. P — T; ac, divisim, GH. VX :: P + T — 2 I. P — T. Unde, datis P, T, I, dabitur ratio GH ad VX.

Ex. gr. Cùm supra determinaverim, quòd ad vitrum aeri terminum sit I. P :: $44\frac{1}{2}$. $69\frac{1}{2}$, & I. T :: $44\frac{1}{2}$. $68\frac{1}{2}$ *; si assumatur I = $44\frac{1}{2}$, erit P = $69\frac{1}{2}$, ac T = $68\frac{1}{2}$, & P + T — 2 I = 49, P — T = 1; adeòque GH. VX :: 49. 1, circiter.

SCHOLIUM.

Ope hujus & Prop. XXXI **, errores homogeneorum Radiorum, qui in sphæricis superficiebus per figuræ ineptitudinem obveniunt, cum heterogeneous erroribus conferri possunt; & constabit hosce longè majores esse in parvis Sphærarum portionibus: Atque adeò heterogeneousitatem Lucis, & non ineptitudinem figuræ sphæricæ, in causâ esse, quòd Telescopia in majorem perfectionis gradum nondum promota habeamus.

TAB XII. & XIII. Concipiamus *ex. gr.*, quòd NMB, in *Figuris* 58 & 64, re-ferat objectivum vitrum Telescopii, cujus anterior superficies NM plana sit, eò ut Radios in posteriori, seu sphæricâ, superficie NBM solummodo refringat; & ponamus CB semidiametrum hujus Sphære esse 10 pedes, ut Telescopium ferè 20 pedes, sive 240 digitos, longum conficiat, sitque apertura NM 2 dig., quanta

* Pag. 115. §. XXXVIII. hujus. ** Pag. 165. hujus.

quanta maxima, cum visione fatiſ distinctâ, adhibeatur in hujus-
modi Teſcopiis, quæ objectum quali 70 vel 80 vicibus am-
pliant; & ſinus Incidentiæ ſit ad ſinum Refractionis, in conſinio
vitri & aeris peractæ, ut 11 ad 17, circiter, prout ſupra deter-
minavimus (¹). His poſitis, ſcribendum eſt 120 pro *a*; 1 pro *y*;
11 pro *I*; & 17 pro *R*; in valore ipſius *PQ*, quem exhibui-
mus in Coroll. VII. Prop. XXXI. (²), hoc eſt, in termino
**Ry*³, & emergit $\frac{17 \text{ dig.}}{4 \times 11 \times 120 \times 120}$ ſive $\frac{17 \text{ dig.}}{633600} = PQ$;
eſtque hic error lateralis homogeneorum Radiorum, ortus ab in-
eptitudine figuræ ſphæricæ. Præterea, concipiamus Radios *AN*, &
AM in Fig. 64. eſſe parallelos *Axi*, & erit *GH* = *NM* = 2 dig.,
adeoque *VX*, error nempè lateralis heterogeneorum ab invi-
cem in eodem loco concurſus erit $\frac{2}{49}$ dig. . Confer jam hos er-

rores, & patebit *VX* eſſe ad *PQ*, (ſeu $\frac{2}{49}$ ad $\frac{17}{633600}$), ut
a 1267200 ad b 833, ſive ut c 1521 ad 1, circiter.

Adeoque *VX* eſſe quali c mille & quingentis vicibus majo-
rem quàm *PQ*; tanta ſanè diſproportio, ut *PQ* reſpectu *VX*
pro nullo haberi poſſit. Error quidem *VX*, cùm ſit $\frac{2}{49}$ dig., tan-
tus eſt, ut mirer, quòd objecta per hujusmodi Teſcopia tam
distinctè videri poſſint. Sed alterius generis error *PQ*, ſive
* $\frac{17}{633600}$ dig., id eſt, $\frac{1}{37271}$ dig., circiter, longè minor eſt, quàm
qui poteſt eſſe ſenſibilis, & proinde negligendus; & indiſtincta
viſio erroribus ex heterogeneitate Lucis exortis ſolummodo tri-
buenda. Et hinc patet perfectionem Teſcopiorum non è conicis
Sectionibus petendam eſſe, ſed figuras ſphæricas huic uſui æquè
inſervire poſſe. In Microſcopiis quidem errores homogeneorum

Z 2

Ra-

(¹) Pag. 105. §. XXX. hujus. (²) Pag. 168. hujus.

$$\begin{array}{l} \text{*RRy}^3 \quad \text{** 17 X 17 dig.} \quad \text{289 dig.} \\ \frac{411 \text{ aa}}{1} \quad \frac{4 \times 11 \times 11 \times 120 \times 120}{1} \quad \text{ſive } \frac{6969600}{1} = PQ \\ \frac{1}{6969600} \quad \text{a 13939200.} \quad \text{b 14161.} \quad \text{c 984.} \quad \frac{289}{6969600} \quad \frac{1}{24116} \end{array}$$

Pars I.
Sectio IV.

Radiatorum, ex sphæricâ superficie vitri objectivi, propter aperturam benè magnam, enormes oriuntur & admodum sensibiles; adeò ut illa vitra, si secundùm conicam aliquam Sectionem debite formarentur, paulò perfectiora evaderent. Sed † methodus tamen me non latet corrigendi errores illos absque conicis Sectionibus, & efficiendi ut vitra è sphæricis superficiebus formari possint, quæ Radios homogeneos satis accuratè refringent, ne dicam, quæ longè accuratiùs refringent ob-iquos Radiorum penicillos, quàm vitra aliis quibuscunque figuris terminata; adeò ut sphæricas superficies usibus dioptricis, præ ceteris omnibus accommodatas esse censeam.

† Nempe si perspicillorum vitra objectiva ex vitris duobus sphæricè figuratis & aquam inter se claudentibus consentur. Vide NEWTONI *Princip. Schol. ad Prop. ult. Lib. I. Et Opt. Prop. VII. Part. I. Lib. I.*



OPTICÆ

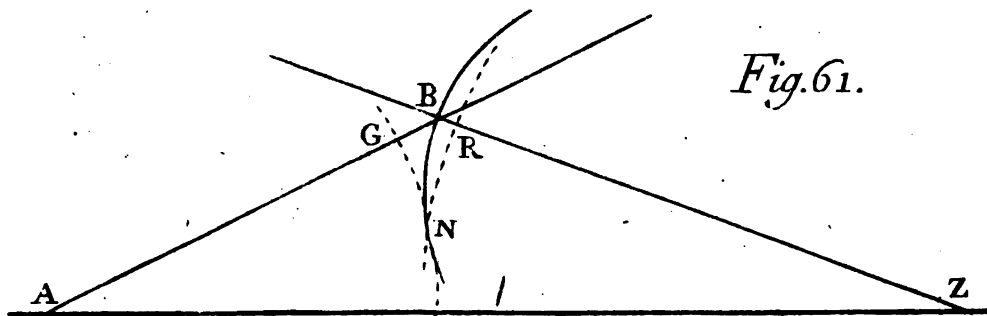


Fig. 61.

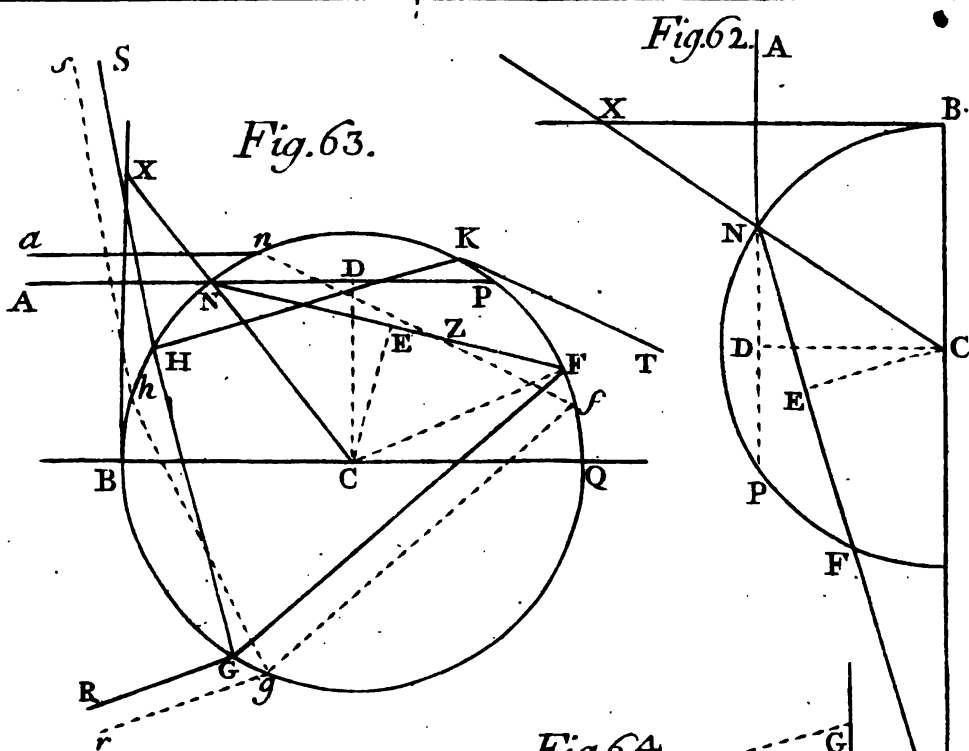


Fig.62

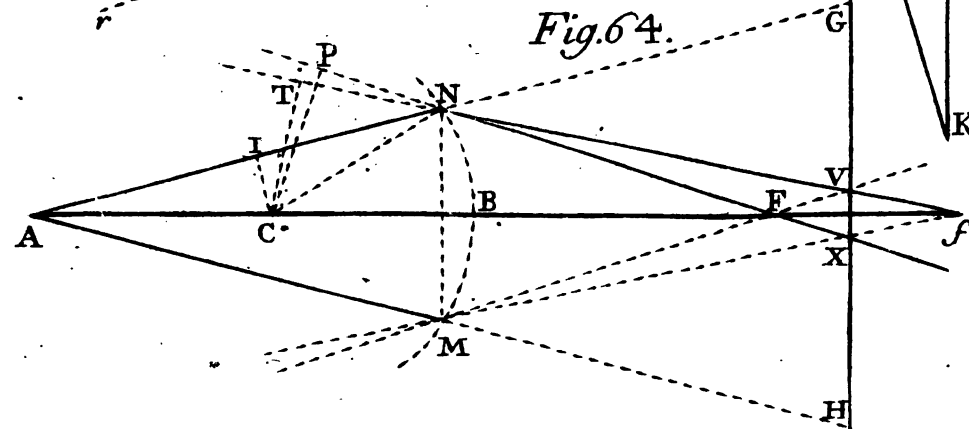


Fig.64.



OPTICÆ PARS SECUNDA. DE COLORUM ORIGINE.

SECTIO I.

Exponitur Doctrina de Coloribus, & per Experimenta Prismatis probatur.



UI in fabricandis Telescopiis occupati sunt, de Coloribus conqueruntur, quibus objecta, dum vitris istis mediantibus aspiciuntur, tingi solent; quique eò magis augmentur & apparent, quò vitrum oculare ex Sphæris minoribus efformatur; vel etiam, quò vitrum objectivum majori latitudine Radiis intrantibus patet. Unde, duplici incommodo implicati, impediuntur, ne Perspicilla ad optatum perfectionis gradum perducant;

Part II.
Sectio I.

tum quòd oculare vitrum ultra certos gradus parvum ad objecta magis amplianda nequeant adhibere, tum quòd vitrum objectivum ultra certos limites aperire nequeant, ad objecta magis lucida & perspicua reddenda. Qui gradus, vel limites, si non probè observentur, objecta Coloribus involuta reddentur, & multò minùs distincta, quàm si, vel minora cernerentur, ope vitri ocularis minùs convexi, vel minùs lucida, diminutà Perspicilli aperturà. Jam, cùm istæ perfectiones præcipuæ sint, quæ in Perspicillis desiderantur; nempe, ut objecta magis amplient, & reddant lucidiora: operæ pretium videtur in naturam Colorum inquirere; ut investigemus tandem quid in causâ sit, quòd ita appareant, & objecta reddant indistincta; hujus enim ignorantia quamplurimos labore non exiguo, sed inani tamen, exercuit, dum, imperfectionem Telescopiorum à vitiosis vitrorum figuris ortam esse credentes, in istis meliori figurâ perpoliendis navarunt operam. At, si causam horum Colorum satis exploratam habuissent, simul innotuisset inæqualis diversorum Radiorum Refrangibilitas; &, inde vitia Telescopiorum, non ab ineptitudine figuræ sphæricæ ad Refractiones ritè peragendas, originem ducere constitisset. Quo benè intellecto, conatus suos proculdubio mutassent, & laboribus istis secundùm aliam methodum dispositis, Opticam in gradum multò perfectiorem jam promotam haberemus.

Qui de Coloribus hucusque differuere, vel id nomine tenus fecerunt, ut Peripatetici; vel in eorum naturam & causas inquirere conabantur, ut Epicurei & alii recentiores. Quæ Peripatetici de hisce tradidere, etsi vera forent, tamen ad nostrum propositum nihil valerent: quippe, dum modum, quo generantur, & causas, unde fiunt tam varii, non attingant. Etenim illi, de originibus & variis rerum speciebus disputantes, pro causis, ex quibus ipsarum existentiam & discrimen mutantur, varias quasdam formas assignarunt; verùm de particulari cujusvis formæ causâ & ratione, ob quam differt ab aliis, haud unquam quicquam differuere. Et sic ea fecerunt missa, quorum explicatio videtur summum Philosophorum officium; imò, quæ sola mentem Scientiæ naturalis avidam explere possint.

Atta-

Attamen, ne mancam Philosophiam tradidisse viderentur, effecerunt, ut ejusmodi disquisitiones pro maximè absurdis & ridendis habeantur; utpote, quæ supponunt formarum esse alias formas, & qualitates qualitatum. Itaque, cùm Lux definiatur esse qualitas, vel forma, quæ dat esse lucidum, non expectandum est, ut aliquid de ejus causis audiamus, vel quâ ratione ad varios Colores producendos fiat varia. Dicunt equidem, quòd plus Luminis quibusdam Coloribus immiscetur, quàm aliis: at hoc non sufficit ad eorum productionem; tum, quòd nullus omnino Color ex Albedine & Nigredine solummodo mixtis, præter fuscis intermediis, generatur; tum, quòd quantitas Lucis non mutat speciem Coloris. Corpus enim rubrum, verbi gratiâ, semper apparet rubrum, sive aspiciatur in crepusculo, sive in meridie lucidissimo. Porro autem ipsa definitio, quam attribuunt Coloribus, adeò non pandit eorum naturam, ut eos, ne nomine tenus, exprimat. Ait Aristoteles *χρῶμα δὲ ἐστὶ τῆ διαφανὸς ἐν σώματι ὁρισμὴν πύριον*. Quæ superficiæ coloratæ potiùs, quàm Coloris, descriptio est. Illa enim dici potest extremitas perspicua in corpore terminato. At Color plerumque videtur, ubi nulla talis datur extremitas, ut in Iride & Prismate; in vitris, vel liquoribus perspicuis & aliquo Colore leviter tinctis; in aquâ marinâ, quæ viridis, plurimum, apparet; qui tamen Color, non in extremitate aquæ, sed per totam ejus crassitiem, generatur; in aere, qui, licet maximè perspicuus & nullo corpore denso terminatus, serenâ tamen nocte cæruleus apparet; & in flammâ, quæ non minùs perspicua est & Luci pervia, quàm ipse aer. Sic, cùm humores Oculi Colore aliquo tinguntur, omnia videntur eodem Colore tincta, licet extremitas perspicui sit aliis Coloribus prædita. Et, cùm Solem nudis Oculis modò aspexeris, luminosa omnia deinceps videntur rubra, & nigra plerumque apparent cærulea; qui Color erit magis conspicuus, si, clausis Oculis, te in locum aliquem tenebrosissimum statim conferas. Imò, premendo Oculum, Colores in tenebris excitare liceat; quis autem vocabit illos extremitatem perspicui? Ceterum non opus est ut has opiniones enixè refutem, quæ, etsi veræ essent, tamen non sunt sufficientes, neque proposito

Pars II.
Sectio I.

sito meo adversantur. Esto enim Lux qualitas corporis lucidi; esto Lumen actus perspicui; & Color, ejus extremitas; & quicquid de illis dixerunt, esto; abinde tamen haud concipi poterit, quo pacto Lux refringatur; unde Colores sint varii; quid in causâ sit, quòd in Perspicillis apparent; & quâ ratione incommodum istud devitari possit.

Ad opiniones aliorum Philosophorum quod attinet, dixerunt Colores, vel ex umbrâ Lucéque variè mixtis; vel ex contortione globulorum, aut eorum variis pressionebus generari; vel denique ex variis modis, quibus medium quoddam æthereum vibratur, statuentes Lucem productam esse ex impulsu vibrantis medii in retiformem tunicam delato. Extra oleas nimis vagarer, si has opiniones figillatim refutandas adortus essem: Nec opus est ut faciam, cum omnes in communi quodam errore consentiant; scilicet, quòd modificatio Lucis, quâ singulos Colores exhibet, ei non sit insita ab origine suâ, sed inter reflectendum, vel refringendum, acquiratur. Inter Radios Lucis nullum contemplantur discrimen, priusquam incidant in corpus aliquod colorificum; opinati tantum, quòd, pro variâ dispositione corporis istius, variis modis reflectuntur, vel refringuntur; &, pro specie modificationis, quam sic acquirunt, varia deinde Colorum phantasmata spectantibus exhibent. Mixtura Lucis & umbræ, gyratio globulorum, vel varia vibratio medii, non supponuntur inesse Radiis antecederent ad eorum Reflexiones, vel Refractiones; sed per istas actiones generari creduntur. Quemadmodum & Peripatetici statuunt Colores à corporibus originem ducere, quorum dicunt esse qualitates. Attamen contrarium esse verum ex sequentibus abundè patebit. Invenio scilicet, quòd modificatio Lucis, unde Colores originem sumunt, Luci connata sit; & non oritur à Reflexione, neque à Refractione, neque à qualitatibus corporum, aut modis quibuscumque, nec ab iis, vel destrui potest, vel ullo modo mutari.

Verum, ut sententiam meam distinctius proferam, invenio primò, quòd Radiis diversè refrangibilibus competant diversi Colores; maximè refrangibilibus, Purpura, sive Violarum Color competit; & Rubor minimè refrangibilibus; atque mediocribus

Viri-

Viriditas, vel potius, confinium viridis & virefcentis cærulei. Cæ-
ruleus autem Purpuræ intercedit & Viriditati, flavusque Viriditati
& rubori. Adeoque Radii, prout sunt plus plûsque refrangibiles,
apti sunt ad hos ordine Colores, *RUBRUM, FLAVUM, VIRIDEM, CÆRULEUM, & VIOLACEUM*,
generandos, unâ cum omnibus eorum fucceffivis gradibus & Colo-
ribus intermediis.

De Radio-
rum Lucis
Coloribus.

Invenio præterea, quòd nullius Radiorum generis forma, five dispositio colorifica, vel Refractione, vel aliâ quâcunque, (quam potuerim animadvertere,) causâ mutari potest; sed unicum tantum sibi proprium Colorem unumquodque semper conservat & exhibet, si modò à Radiorum diverfi generis misturâ non conturbetur. Nam, Colores, qui Refractionibus generari videntur, non nisi difformium Radiorum misturâ variâ, vel separatione, fiunt.

Tertiò invenio, quòd Color albus & niger, unâ cum cinereis, seu fuscis intermediis, fiunt ex Radiis cujusque speciei confusè mistis; & similiter, quòd ceteri omnes Colores, qui non sunt ex primitivis, per varias horum Radiorum misturas producuntur. Et inde non mirum est, si, difformibus Radiis per inæqualem Refractionem segregatis, diverfi Colores ex his de novo emergere videantur.

Quinetiam invenio, quòd primitivi Colores per misturam Radiorum alterutrinque confinium exhiberi possunt. Viridis nempe ex flavo, & cæruleo; flavus ex adjacente viridi, citriòque; & sic de aliis. Per Colores autem primitivos non tantum quinque prædictos intelligo, sed & quoslibet alios, quibus exhibendis aptum datur aliquod uniforme Radiorum genus.

Invenio denique, quòd omnes omnium corporum Colores non aliunde generantur, quàm è dispositione quâdam, quâ apta sunt ut alios Radios reflectant, & intromittant alios. Sic, corpus rubrum est, quod Radios ad Rubedinem aptos reflectit maximè, & plerosque ceteros intromittit; purpureum, quod Radios isti Colori generando proprios reflectit, & intromittit alios: album verò, quod ferè omnes reflectit; & nigrum, quod omnes intromittit, paucissimis, sed omnium tamen specierum, Radiis repercussis.

Is. Newtoni Opuscula. Tom. II.

A a

Verum,

Pars II.
Sectio I.

Verum, ne videar officii limites excessisse, dum naturam Colorum pertractare aggrediar, qui nihil ad Mathesin attinere censeantur; non abs re erit, si de ratione incepti hujus iterum commonefaciam: nimirum, tanta est inter proprietates Refractionum & Colorum affinitas, ut seorsim explicari nequeant. Qui alterutras ritè velit cognoscere, ut alteras cognoscat necesse est: & præterea, si de Refractionibus non agerem, & earum disquisitio non esset in causâ, quòd negotium de Coloribus simul explicandis inceptarem; tamen generatio Colorum tantam Geometriam complectitur, & eorum cognitio tantâ firmatur evidentiâ, ut vel ipsorum gratiâ possem aggredi, sic limites Matheos nonnihil ampliaturus. Quemadmodum enim Astronomia, Geographia, Navigatio, Optica, & Mechanica pro Scientiis mathematicis habentur, licèt in iis agatur de rebus physicis, Cœlo, Terrâ, Navibus, Luce, & Motu locali: sic, etiamsi Colores ad Physicam pertinent, eorum tamen Scientia pro mathematicâ habenda est, quatenus ratione mathematicâ tractantur. Imò verò, cùm horum accurata Scientia videtur ex difficillimis esse, quæ Philosophus desideret; spero me, quasi exemplo, monstraturum quantum Mathesis in Philosophiâ naturali valeat; & exinde, ut Geometras ad examen Naturæ strictius aggrediendum, & avidos Scientiæ naturalis ad Geometriam prius addiscendam horter: ut, ne priores suum omnino tempus in speculationibus humanæ vitæ nequaquam profuturis absumant; neque posteriores, operam præposterâ methodo usque navantes, à spe suâ decidant. Verum, ut, Geometris philosophantibus & Philosophis Geometriam exercentibus, pro conjecturis & probabilibus quæ venditantur ubique, Scientiam Naturæ summis tandem evidentiis firmatam nanciscamur. Itaque ad institutum redeo, de Coloribus secundum præcedentes quinque Propositiones explicatis disceptaturus.

PROP.

P R O P. I

De Radi-
rum Lucis
Coloribus.*Radiis diversè refrangibilibus diversi competunt Colores.*

Quò primum comprobem, repetamus experimentum Prismatis sub initio propositum; nempe, Radii solares obtenebratum cubiculum ad foramen F (*Fig. 65.*) ingressi, à Prismatico ABC, quam-
 TAB. XIV.
 proximè foramen istud intùs disposito, refringantur, tendentes deinde versùs oppositum parietem HI ad imaginem PT ibi depingendam; & imago illa, ut vulgo notum est, Coloribus tingetur, quorum rubeus ad extremitatem T à recto cursu minùs deviantem, & purpureus ad alteram procliviorè extremitatem P procidet; cæruleus autem, viridisque, & flavus ad Q, R, & S, intermedia loca, cernentur. Constat itaque, quòd Radii maximè refracti Purpuram exhibent, & minimè refracti Ruborem, ceterique, intermediam Refractionem passi, Colores in ordine præfinito intermedios. Sed in majorem evidentiam, tum doctrinæ de Radium diversà Refrangibilitate sub initio propositæ, tum hujus doctrinæ, quòd certis Refrangibilitatis gradibus certi convēniant Colores, videamus è contra, an diversi Coloris Radii diversam Refractionem patiantur; hoc est, an Radii versùs P tendentes Refractionem iterum majorem patiantur, quàm qui tendunt versùs T; id, quod variis modis tentare liceat, quorum facillimum & maximè perspicuum sequentem existimo.

Sume aliud Prisma *abc*, (*Fig. 65.*) & illud alicubi inter
 TAB. XIV.
 primum Prisma ABC, & imaginem PT, ita colloca, ut sit illi Prismati ABC transversum, sive parallelum imagini PT, Radiosque versùs PT tendentes intercipiat, & alioversum refringat, puta, versùs *pz*. Hoc factò, imaginem *pz*, Refractionibus utriusque Prismatis sic effectam, videbis, ut priùs, coloratam, sed in alio tamen situ dispositam; non parallelam imagini PT, sed secundum extremitates rubras manifestò convergentem. Jam, cùm Radii ad utrosque Colores, rubrum T, & purpureum P pertinentes, similiter incidant in Prisma secundum *abc*, si eandem
 A a 2
 præ-

Part II.
Sectio I.

præterea Refractionem paterentur, imagines PT , & pt deberent esse parallelæ, & ideo, cum non existant parallelæ, sed imaginis pt extremitas purpurea p longius ab alterâ imagine PT transferatur, quàm extremitas rubea t ; necessariò concedendum est, quòd Radii ad extremitatem purpuream P tendentes magis refringantur, quàm qui tendunt ad extremitatem rubeam T : hoc est, quòd Radii generantes Purpuram apti sunt, ut magis refringantur, quàm Ruborem efficientes; atque idem quoque de Coloribus intermediis eadem ratione constabit, sicut ostendendum proposui.

In experiendis hisce notari poterit, quòd, quò viciniùs anteriori Prismati ABC , sive quò remotiùs à pariete HI collocetur Prisma posterius abc , imagines pt & PT , eò magis ab invicem distantes, etiam ad se magis inclinabuntur; adeo ut angulum semirectum vel paulò minorem eo contineant, cum Prismata collocantur ad invicem vicinissima; cujus rei ratio facillima est consideranti, quòd distantia Pp & Tt sunt in ratione quâdam datâ.

TAB. XIV. Sic, in Fig. 66, si parallelæ Pp ac Tt sint in ratione datâ, quò majores existant, eò major erit inclinatio linearum omnium pt . Et hinc patet axes imaginum omnium productos convenire ad commune aliquod punctum cum axe ipsius PT .

Si fortè concursus imaginum desideretur, Radii OF à Sole directi eò usque producantur, donec occurrant cum plano HI , in quod dictæ imagines projiciuntur, quemadmodum videre est ad X ; id, quod fiet auferendo Prisma ABC , ut jubar per F trajectum rectâ tendat ad X ; & erit X locus, ad quem imagines PT & pt convergunt. Nam, quemadmodum Radii maximè refrangibiles cadunt in P ac p , & minimè refrangibiles in T & t , conficientes imagines oblongas PT ac pt , si alii præterea Radii darentur minùs adhuc refrangibiles, illi citra punctum T ac t in papyrum IH caderent, quo pacto imagines illæ paulò longiores evaderent, auctæ scilicet ad extremitates T ac t . Atque ita, si fingeremus Radios gradatim minùs, atque adhuc minùs, refrangibiles dari, usque dum deventum esset ad Radios adeò pertinaces, ut non possent omnino refringi, illi Radii Prismata sine aliquâ Refractione pertranseunt, incidere deberent in ipsissimum punctum

ctum X, ad quod posuimus Radios à Sole directè venientes tendere. Imagines itaque PT & $p\tau$ sic productæ convenirent ad X, & proinde ad idem X convergunt. Ceterum, dubitari potest, an imagines illæ, si eò usque producerentur dum convenirent ad X, forent accuratè rectæ, vel paululùm incurvatæ; neque istud, (cùm multi foret laboris & parvi momenti,) jam lubet determinare; sufficit, quòd, ex observatione, quamproximè convergunt ad X.

De Radio-
rum Lucis
Coloribus.

De hoc experimento sub initio observabam, §. XXIII. *, quòd omnibus adversatur objectionibus, quæ contra doctrinam de inæquali Refrangibilitate traditam proponi possunt; ex eo quod per transversam Refractionem secundi Prismatis constat inæquales Refractiones non esse fortuitas & irregulares, neque ex Radii cujusque diffusionem vel dilatationem ortas esse, aut alià quâvis causâ, præter dispositionem cujusque Radii ad Refractionem in gradu aliquo certo & constante patiendam; quandoquidem cujusque Refractio in utroque Prismate secundum illam legem peragitur. Adde jam, quòd exhinc etiam constat, Refractiones singulorum Radiorum secundum easdem leges peragi, five commisceantur cum Radiis aliorum generum, ut fit in albâ Luce, five separatim refringantur, Luce priùs in Colores conversâ. Nam, experiri est, quòd similes sunt Refractiones posterioris Prismatis, cùm proximè collocatur post alterum Prisma, antequam Lux per id trajecta transmigret in Colores, atque cùm longius post illud Prisma statuitur, ubi Lux evasit colorata.

Si cui in potestate est instrumentum aliquod ad quantitates Refractionum accuratè mensurandas paratum, nullus dubito, quin istius etiam ope seorsim dimetiendo Refractiones diversorum generum Radiorum, faciliè observabit earum differentias, licèt ego prædictis, tanquam manifestissimis, acquiescens, haud operæ pretium duxerim rem aliis modis experiri. Verùm, ut cuique magis pateat, quanta sit prædictorum evidentia, quædam, quæ exinde scaturiunt notatu dignissima, proferre non pigebit.

Sit Pf (Fig. 67.) paries, vel operculum fenestræ duobus foraminibus F & f Luci pervium, iisque digitos duos ab invicem

TAB. XIV

* Pag. 94. hujus.

A à 3

distan-

Part II.
Sectio I.

distantibus, & intus disponantur duo Prismata ABC , DEG , in situ sibi invicem parallelo, & perpendiculari ad lineam Ff per centra foraminum ductam; quæ duo Lucem ingressam refringunt ad imagines duas PT , & MN , in oppositum parietem projiciendas, simili prorsus modo, quo factum est in experimento priori; & præterea sint anguli Prismatum ACB , DGE , comprehensi planis refringentibus, æquales; quibus ita constitutis videbis imagines PT , & MN , in directum jacentes cum extremitatibus earum T & M contiguas. Quod si non eveniat, situs unius è Prismatibus parum mutandus est, donec extremitates contiguas esse cernas, vel fortè nonnihil coincidentes. Purpurâ M , & Rubore T sic juxta positis, adhibeatur Prisma tertium abc , quod primis Prismatibus & eorum imaginibus interponatur, in situ ad lineam Ff , sive ad imagines dictas PT , MN , parallelo; ita nempe, ut Radios utriusque Prismatis ABC , DEG , tendentes versùs PT , & MN , pariter intercipiat, eosque refringens aliò projiciat, quemadmodum ad pt & mn , adeò ut, quæ duobus Prismatibus in priori specimine facta sunt, hìc videas facta tribus.

His ita paratis & constitutis, videbis imagines pt , & mn , ab invicem disjunctas esse, quæ priùs apud PT , & MN , fuerunt contiguæ & in directum positæ, ita quidem ut Purpura m in extremitate imaginis mn magis distet ab imaginibus primis PT & MN , quàm Rubor t in extremitate imaginis pt ; id, quod nullo modo potuisset accidisse, nisi Radii, ad Purpuram generandam apti, aliquantò magis refringerentur ex Incidentiâ pari, quàm Radii generantes Rubedinem. Etenim, cùm Radii Coloris utriusque pariter incident in Prisma posterius abc ; pariter etiam emergerent, si æqualiter refringerentur; & exinde depingerent imagines pt & mn prioribus PT & MN parallelas & in directum jacentes. Dixi Radios utriusque Coloris, (purpurei, rubeique,) pariter incidere in Prisma posterius abc ; quod ne moram injiciat alicui, concipiendum est, quòd Radii FT tantùm inclinantur versùs extremitatem ejus c , quantum alteri fM versùs extremitatem alteram ab , & sic incident pariter, sive ad eosdem angulos, licèt non paralleli. Si quis tamen velit efficere, ut incident etiam paralleli,

ralleli, nihil aliud agendum est, quàm ut alterum è Prismatibus anterioribus ABC, vel DEG, circa suum axem paululùm convertatur, donec inter T, & M, interiores imaginum extremitates, tanta intercedat distantia, quanta est inter foramina F & f, sive quanta isti rei sufficiens videatur; imaginibus ad istam distantiam in directum jacentibus; & Prismate *abc* deinceps interposito, facillè percipiet, quòd incidentes parallelè, emergent inclinati, tum quòd imagines non ampliùs in directum jacebunt, tum quòd Purpura M ad majorem distantiam transferetur, quàm Rubedo T.

De Radiis
rum Lucis
Coloribus.

Si tria Prismata non præstò sint, experimentum jam recitatum duobus experiri possit, idque modo magis expedito & facili. Sit ABCDE (*Fig* 68.) Prisma, cujus unum latus planum ABDE papyro denigratà tegatur, duobus parvis foraminibus F & f Luci pervià, quorum foraminum situs esto ad longitudinem Prismatis transversus. Tunc, Prismate hoc ita disposito, ut Radii permeantes ista foramina terminentur in oppositum quoddam planum, puta, papyrum HI; transferatur ista papyrus ultra citràque, donec videas imagines duas PT, & MN, contiguas extremitatibus in directum conjunctas, ut priùs; deinde, altero Prismate *abc* interposito in situ ad alterum transverso, videbis imagines illas PT, & MN, ad *p t*, & *m n*, ita translatas esse, ut non ampliùs jaceant in directum, Rubedine *t* à T minùs remotà, quàm Purpura *m*, sicut in prioribus contingebat.

TAB. XIV.

Est & aliud ex eodem fonte derivatum specimen, haud expertu difficilius, aut minoris evidentia. Prismate ABC, (*Fig* 69) juxta foramen F, ut priùs, collocato, ad distantiam convenientem, (veluti duodecim pedum,) statuatur aliud Prisma *abc* in situ transverso, respectu prioris, vel fortè parallelo, aut alio quovis pro arbitrio; ita tamen, ut antè Prisma ABC Lucem refractam & coloratam projiciat in aliquod ex planis lateribus *ac*; quod quidem latus obducatur papyro denigratà, & exiguo foramine G per medium transfossà, per quod aliqui ex Radiis ab anteriore Prismate refractis transeant in hoc Prisma posterius; ubi, cùm rursus refracti fuerint, pergant ad papyrum HI

ab

Pars II.
Sectio I.

ab inde decem pedibus , vel pluribus , distantem. Quibus ita constructis & dispositis , in situ illo figantur papyrus HI , & posterius Prisma *abc*. Denique præ manibus sumatur anterius Prisma ABC , non ut moveatur è loco ejus , sed ut motu tantum angulari nunc huc nunc illuc paululùm inclinetur , ut alios atque alios Colores successeivè trajiciat per foramen G in oppositam papyrus HI ; & videbis , quòd Color quilibet diversus ad locum diversum perget. Veluti , cùm ea sit positio Prismatis ABC ut rubeum Colorem projiciat in G , si ponatur , quòd ille ab altero Prismate *abc* refringatur ad T , tum , positione Prismatis ABC paululùm mutatâ , inclinando circa axem donec Purpura cadat in G , videbis , quòd ille Color juxta obliquiorem tramitem refringetur , puta , ad P ; & pari modo , si Color aliquis intermedius incidat in G , idem refringetur ad locum ipsis P & T interjacentem. Quamobrem , cùm Radii cujuslibet generis pergentes à foramine F positione dato ad foramen G positione datum , & ideo similiter incidentes in Prisma posterius *abc* , refringantur ad loca diversa P , T , ceteraque intermedia , constat , quòd inæqualiter refringantur ; & , cùm refractus GP observetur magis deflectere ab incidente FG , quàm refractus GT , constat , quòd Radii Purpuram exhibentes magis refringantur , quàm exhibentes Ruborem ; ceterique deinceps in ordine intermedio.

Siqua forsan oboritur suspicio , quòd ex motu Prismatis ABC foraminibus F , & G , interpositi , Incidentia Radiorum diversos Colores efficientium tantùm varietur , quantum sufficiat ad varietatem efficiendam locorum P , T , &c. , ad quos refringuntur , quamvis motus iste sit exiguus & ineptus huic effectui ; tamen , ut suspicio illa prorsus eximatur , anterius Prisma ABC ad alteras partes foraminis F , Solem versùs , collocandum est , ut Radii incidentes in foramen G directè veniant à dicto foramine F : eo enim pacto , cùm foramina F , & G , positione determinantur , positio Radiorum per utrumque trajectorum determinabitur , eademque accurata erit omnium Incidentia , quoscunque Colores exhibentium , & tamen diversicolorum Refractio non secus peragetur ad loca diversa P , T , &c. , quàm modò explicui.

Ex

Ex abundanti denique placet alium recensere modum, quo hæc eadem tentari possint, ne copia defuit experturis. Nimirum Radiis, ut prius, per Prisma ABC (*Fig. 70.*) trajectis, ad distantiam quamlibet, puta, viginti pedum, adhibeatur Speculum planum quale IK, vel GH, quod eosdem versus locum quemvis D reflectat, ubi per aliud Prisma LMN transmittantur denuo versus *p*, vel *t*. His positis, si Speculum istud ita collocetur ad IK, ut rubrum Colorem reflectat, & notetur locus *t*, ad quem hi Radii tendunt postquam transiére per Prisma LMN; deinde Speculum statuatur ad GH, ut violaceum, vel cæruleum Colorem ad idem Prisma LMN secundum eandem Lineam PTD reflectat, & notetur locus *p*, ad quem isti etiam Radii à dicto Prismate LMN refringuntur; invenietur, quòd cæruleus Color, versus *p* refractus, longius divaricabit ab incidentibus Radiis PTD, quàm rubeus, refractus versus *t*: Atque adeò, quòd Radii, cæruleum generantes, majorem Refractionem patientur, quàm generantes rubeum.

De Radiis
Lucis
Coloribus.
TAB. XV.

Cùm veritatem propositam sic fecerim stabilitam, hanc Propositionem concludam, adnotando connexionem & affinitatem, quam Coloribus & Refractionibus interesse dixeram; nempe, ex ostensis non solum pateat, quòd diversa Colorum genera cum definitis gradibus Refrangibilitatis reciprocantur; sed & iisdem experimentis probatur, dari Radios diversè refrangibiles, & Radios diversè refrangibiles esse diversi Coloris; iisdemque probatur è contra Radios diversicolores esse diversè refrangibiles, & inde Radios diversè refrangibiles dari. Et scopus eorum, quæ in primis Lectionibus de dispari Refrangibilitate Radiorum edocui, quoad causas Colorum intelligendas, multum illustratur, ut pateat, quòd una absque aliis dilucidè tractari nequeant.

P R O P. II.

Radiatorum formæ, sive dispositiones colorificæ, non sunt Refractione mutabiles.

Transactâ assertionem, quòd diversicolores Radii sint diversè refrangibiles, & è contra; videamus, an cujuscunque Radiorum

Is. Newtoni Opuscula. Tom. II.

B b

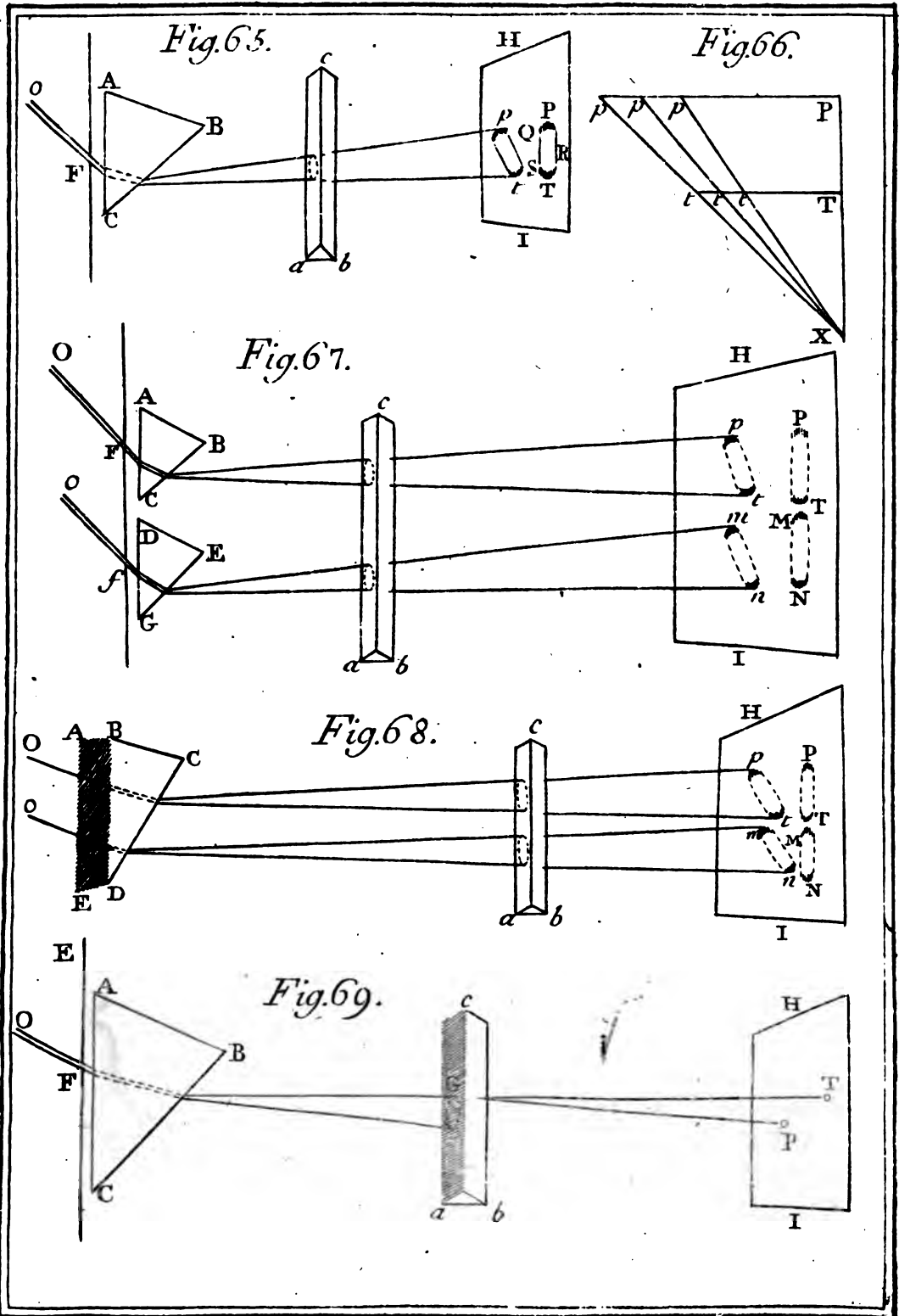
seor-

Part II.
Sectio I.

seorsim spectati generis Color à Refractione mutari possit; & hoc à novissimè tradito experimento quadantenus decernitur. Scilicet, TAB.XIV. cum extrema Purpura incidebat in foramen G (*Fig. 69.*), Radii secundâ vice ad P refracti Purpuram iterum exhibuere, sine aliquâ Flavedine, Rubore, aut Viriditate exinde generatâ; &, cum extrema Rubedo in G projiciebatur, eadem Rubedo in T absque violaceo, cæruleo, aut viridi emergente apparuit.

Sed experimentum nondum omnibus numeris absolutum est; nam, ubi Prisma *abc* non transversum, sed alteri Prismati ABC parallelum statuebatur, è Purpurâ cæruleus, & è Rubedine flavus eliciebatur, præsertim si non summæ Colorum extremitates per G trajiciebantur; cum autem Viriditas trajecta fuit, Colores utrinque proximi, (cæruleus nempe, & flavus,) emergere; & sic flavus citriusque, Ruborem & Viriditatem, ac cæruleus, Viriditatem, & Purpuram præbuerunt: Eorum itaque reminisci oportet, quæ sub initio, de more quo oblonga hæc imago PT ex circulis in directum positis formatur, explicui; & inde constabit hosce Colores, non simplices esse, sed è plurium mixturâ componi. Nam, concipe genus Radiorum æqualiter refrangibilium, & intensam Purpuram generantium, ab integro solari disco profluere, & per TAB.XV. Prisma versûs imaginem PT (*Fig. 71.*) trajectos, incidere in circulum AC. Deinde, aliud concipe Radiorum paulò minùs refrangibilium genus in alium circulum YZ, (qui priorem in G contingat,) incidere; & manifestum est, quòd nulli istorum generum Radii commiscebuntur; quippe, cum circulos AC, & YZ, ex nullâ parte coincidentes occupant. Quòd si tertium Radiorum, intermediam Refractionem passorum, genus, in circulum EF, quasi in medio positum, incidere fingas, patebit aliquos ex istis cum utrisque prioribus in spatiis HI & KL misceri, in quibus nempe circuli ab illis illuminati coincidunt; atque ita, si concipias imaginem totam PT ex innumeris circulis in longum dispositis componi, quorum quilibet à diversis Radiorum generibus illuminatur, constabit, quòd in omni ejus parte Radii heterogenei commisceantur, quibus deinde per iteratam Refractionem magis segregatis, Color quilibet in simpliciores resolvi debet.

Sic,



Sic, in viridi latet flavus, & cæruleus, qui tamen non conspiciuntur, tum, quòd viriditatem generantes, sive, (ut perspicuitatis gratiâ voces fingam,) viridiformes Radii propter copiam præpolent, tum, quòd flavus & cæruleus viridem componunt, sed quatenus per secundam Refractionem fecernuntur, unusquisque sub propriâ formâ videbitur. Et sic in aliis.

De Radi-
rum Lucis
Coloribus,

His perspectis, periclitatus sum, quid è pluribus Refractionibus eveniret, hoc fretus consilio, quòd Colores iteratis Refractionibus plus plûsque mutari deberent, si modò à singulis quamlibet internam mutationem paterentur; contra verò, si non intrinsecus mutati, sed per divergentiam difformium Radiorum è misturis tantùm educti & segregati essent, tum apparentes mutationes iteratis Refractionibus minores fieri; propterea quòd Colores quâlibet vice simpliciores evaderent: & experienti posterior casus evenit. Scilicet, cùm Coloris per posterius Prisma *abc* trajecti, partem aliquam tertio Prismate ad distantiam aliquot pedum disposito exceperim, Color ille denuo trajectus adeò perdurabat, ut, si ratione non constitisset mutationem aliquam eventuram fuisse, sensu iudice haud mutari percepissem. Tentabam deinde, siquam quartâ Refractione mutationem sensibilem inducere potuerim, sed frustra. Interea cavendum est, ne foramina *F*, ac *G*, ceteraque, per quæ Lux transit, majora statuantur, quàm exigunt Colores, ut evadant perspicui.

Est & alia methodus, quâ diversi Colores ab invicem segregari possunt, ut in segregatis examen statuatur; scilicet experimentum sub initio traditum est, quo Solis imago *PT*, per contractionem cujusque circularis imaginis, oblongam illam efformantis, multò oblongior, quàm aliàs, evaserit. Nam, in contractâ imagine *p t*, (*Fig. 72.*) quæ totidem constat circulis, eadem centra retinentibus, quot sunt in majori *PT*, circuli minùs coincidunt. Sic enim *AC*, & *EF*, ex parte *HI* coincidunt; at, cùm in minores *ac*, & *ef*, contrahuntur, videre est, quòd ex omni parte ab invicem distant, & sic de aliis. Quamobrem, cùm circuli à diversis Radiorum generibus illuminati jam minùs confunduntur, Colores evadent minùs commixti, utut non fient

TAB. XV.

Pars II.
Sectio I.

omnino simplices, propterea quòd circuli inter *ac*, *ef*, ceteròsque positi, cum illis ex aliquà suà parte possint coincidere. Sed hâc de causâ plures ejusdem cujusque Coloris gradus tantùm commisceri possunt, ut cyaneus & indicus, in cæruleo: cocineus, minius, & fortasse citrius in rubro, & sic de aliis. Quæ quidem mistura semper fiet eò minor, quòd imago *p t* in angustiore contrahitur.

TAB. XV. Disposui itaque Prisma ABC, (*Fig. 73.*) unà cum Lente LM ad distantiam quasi decem pedum à foramine F, per quod Sol illuxit cubiculum; & Radii, per hæc duo vitra trajecti, desideratam imaginem contractam *p t* ad pedes exinde decem, circiter, formabant; Lente LM existente tali, ut Radios parallelos ad focum quinque pedibus à se distantem cogeret. Deinde aliud adhibui Prisma HIK, cujus latus planum HI velamine nigro, ad *n*, (ut dictum est,) transsosso, tegebatur, & ad imaginem *p t* statui, ubi Colores, secundùm latitudinem, maximè contractos & distinctè terminatos vidi, ut eorum aliquis pro arbitrio transmitteretur per *n* in parietem, vel papyrus YZ. Quibus positis, observabam deinde, quòd Colores hoc modo multò minùs à repetitis Refractionibus mutati fuerint, quàm in præcedentibus. Cum Rubor per *n* transmissus est, idem Rubor ad YZ apparuit, & non alius Color quispiam, demptis variis ejusdem gradibus, ut cocineo & minio: Et sic Viriditas in varios solummodo gradus discreta fuit, ex unâ parte vergens ad flavescentem Viriditatem, & ex aliâ thalassinum; sed in flavum aut cæruleum, aliumve Colorem quemvis, ex nullâ sui parte transformari potuit. Atque idem in aliis Coloribus contigit.

Observabam præterea, quòd, cùm foramen F factum erat angustius, ut, per imaginis *p t* majorem contractionem, Colores evaderent simpliciores, Colores ad YZ trajecti minùs adhuc mutati fuerint; & vix aliquam mutationem sensibilem passi fuisse videbantur, cùm foramina non latius duodecimâ parte digiti patuere; hoc tantùm excepto discrimine, quòd Lux apud *p t* fortior erat, (quia magis contracta,) quàm apud YZ. Atque adeò nil dubitandum esse cenfeo, quin Colores evaderent prorsus immutabiles,

tabiles, si modò per indefinitam parvitatem foraminum F, & n, ^{De Radiorum Lucis Coloribus.} omnino in simplices discerni possent. Et hoc ex eo etiam confirmatur, quòd, cùm texti Lentem LM juxta perimetrum ejus velamine nigro, per medium ad latitudinem ferè semiffis digiti circulariter pertuso, figura imaginis YZ penè orbicularis evasit; & eò magis orbicularis, quò magis foramen F contraxi. Id, quod notari vellem, cùm plurimùm illustret, causam imaginis TP in longitudinem diductæ non aliam fore, quàm Radiorum Coloribus dissimilium diversam Refrangibilitatem.

Ceterùm, quò propositum adhuc magis pateat, & ex abundanti ut constet, quoniam sint Colores primitivi, adverto circulos AC, EF, YZ, ceterosque in alternas partes juxta lineam, ^{Fig. 71, 72. TAB. XV.} quæ per omnium centra transit, maximè extendi, & ab invicem recedere, antequam attingant parallelas rectas AB & CD, quibuscum imago illa utrinque terminatur. Sic AC & EF, se mutuò secantes in H & I, recedunt postea, non omnino coincidentes in triangulis AHE & CIF. Colores itaque, juxta ipsissimas extremitates AB & CD, sunt omnino simplices. Et ex hoc fundamento propositum assequi possem, sed, cùm circuli illi, statim ut ab extremitatibus ipsis recedunt, inter se mutuò nimis interferantur, quàm ut Colores per aliquam sensibilem latitudinem satis ad experimenta commodè instituenda segregentur; rem potiùs ad hunc modum assequar.

E præostensis constat, figuras, ex quibus in longum dispositis imago PT componitur, circulares esse propter Solis discum circularem; & inde, si discus ille triangularis esset, vel alià quâcunque non circulari perimetro terminatus, illæ etiam figuræ, vel triangulares, vel alio quovis modo ad instar Solis terminatæ evaderent. Et par est ratio de foramine F, & figuris ad instar istius foraminis, ex quibus in longum similiter dispositis imago *pt* constituitur. His animadversis, vice orbicularis foraminis F triangulare substituitur, cujus altitudo verbi gratiâ sit plusquam digiti, basis tertiæ, quartæve, partis digiti, & crura æqualia. Et, Prismate ABC ad trianguli hujus perpendiculum existente parallelo, imago *pt* (*Fig. 74.*) quadrilatera ex triangulis *caf*, *emh*, *gni*, ^{TAB. XVI.}

B b 3

gni,

Part II.
Sectio I.

gni, ceterisque infinitis multis efformata est, quibus, juxta bases in lineâ *cd* positas, cum se mutuò partes maximè communicantibus, exinde ad usque ipsorum vertices recessio gradatim facta est, donec in verticibus ad rectam *ab* sitis penitus diffocientur; adeòque Colores ibi simplices evadunt.

Jam verò observabam, quòd simplices, sive primitivi Colores, juxta terminum *ab*, etsi longè debiliores, tamen (sensu judice) ejusdem speciei apparère, ac compositi juxta terminum *cd*, cujus rei ratio est, quòd Color quilibet primitivus per commisturam Colorum utrinque confinium exhiberi potest, ut in sequentibus patebit. Colorum, verò quos hoc pacto primitivos esse constitit, gradus esse insigniores, coccineus sive purpureus, minius, citrius, luteus, sive heliocryseus, subflava viriditas, gramineus, thalassinus, cyaneus, indicus, & ejusmodi Violaceus, qui ad usque extremitatem imaginis extendebatur, sed absque immistâ rutili alicujus fulgoris tincturâ apparuit, si modò cubiculum factum fuerit valde tenebrosum.

Observabam præterea, quòd Coloribus hisce juxta terminum *ab* conspicuis, non potui sensibilem speciei mutationem Refractionibus utcunque repetitis inducere. Quinetiam tentabam, si quo alio pacto mutare possem, quemadmodum reflectendo à corporibus diversimodè coloratis. Sed in eo frustra fui; nam, (superfluâ Luce quaquaversum penitus exclusâ,) si cæruliformes Radii in Aurum incidere, illud Aurum cærulei Coloris evasit: si flaviformes in Indicum incidere, flavescebat Indicum. Et sic in ceteris, adeòque hanc Propositionem satis, supérque, stabilem esse censeam.

P R O P. III.

Colores albi & nigri, cum cinereis, sive fuscis, intermediis, ex Radiis uniuscujusque speciei confusè mistis generantur.

Affertionis veritas è præcedenti Propositione manifesta est; nam Colores qui non sunt ex primitivis, (quales non reperiuntur jam recensiti,) per compositionem generari necesse est. At non gravabor

Fig. 70.

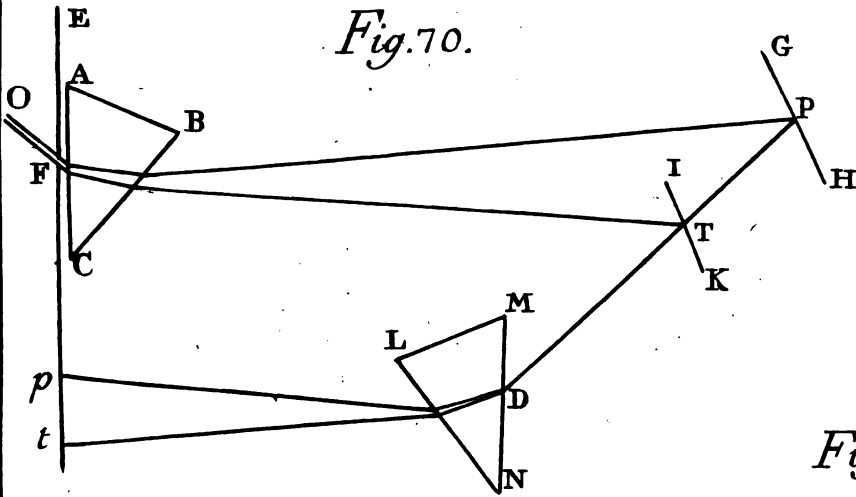


Fig.71.

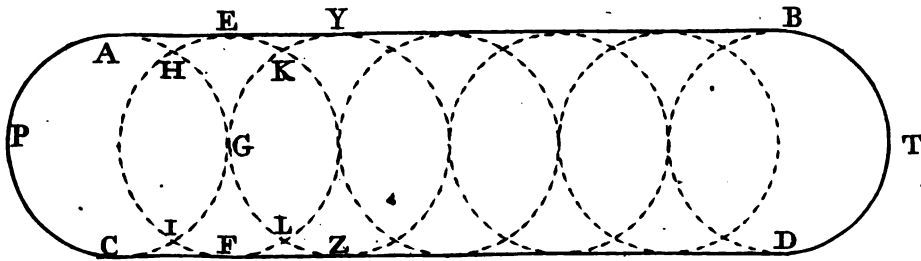


Fig. 72.

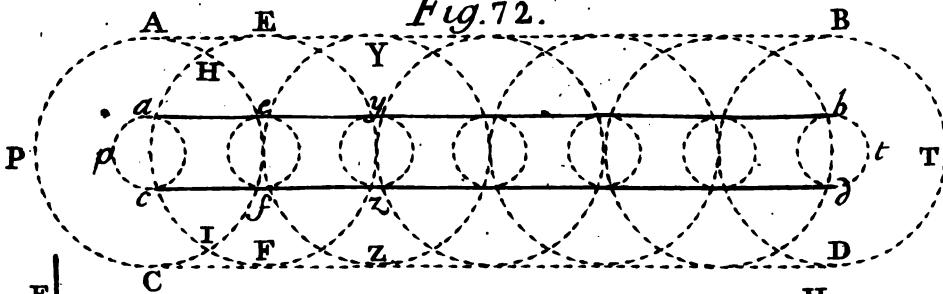
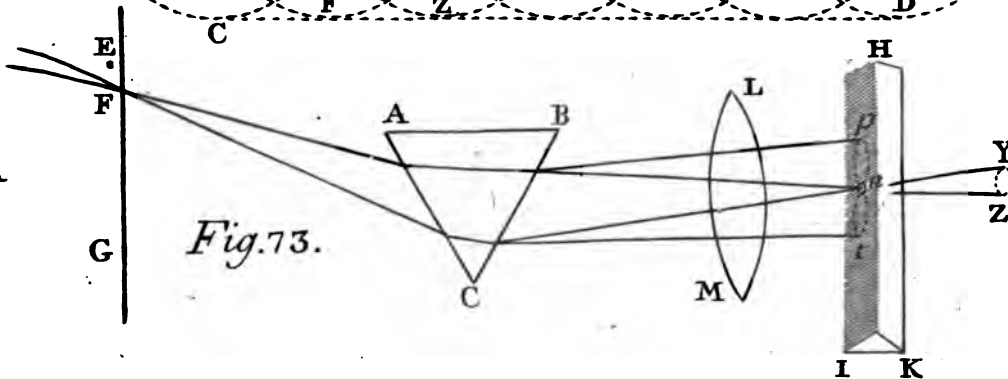


Fig.73.



1917

1. The first part of the report deals with the general situation of the country and the progress of the war. It mentions the fact that the war has been going on for three years and that the situation is still very uncertain. It also mentions the fact that the country is still in a state of war and that the situation is still very uncertain.

2. The second part of the report deals with the progress of the war. It mentions the fact that the war has been going on for three years and that the situation is still very uncertain. It also mentions the fact that the country is still in a state of war and that the situation is still very uncertain.

3. The third part of the report deals with the progress of the war. It mentions the fact that the war has been going on for three years and that the situation is still very uncertain. It also mentions the fact that the country is still in a state of war and that the situation is still very uncertain.

4. The fourth part of the report deals with the progress of the war. It mentions the fact that the war has been going on for three years and that the situation is still very uncertain. It also mentions the fact that the country is still in a state of war and that the situation is still very uncertain.

5. The fifth part of the report deals with the progress of the war. It mentions the fact that the war has been going on for three years and that the situation is still very uncertain. It also mentions the fact that the country is still in a state of war and that the situation is still very uncertain.

6. The sixth part of the report deals with the progress of the war. It mentions the fact that the war has been going on for three years and that the situation is still very uncertain. It also mentions the fact that the country is still in a state of war and that the situation is still very uncertain.

7. The seventh part of the report deals with the progress of the war. It mentions the fact that the war has been going on for three years and that the situation is still very uncertain. It also mentions the fact that the country is still in a state of war and that the situation is still very uncertain.

8. The eighth part of the report deals with the progress of the war. It mentions the fact that the war has been going on for three years and that the situation is still very uncertain. It also mentions the fact that the country is still in a state of war and that the situation is still very uncertain.

9. The ninth part of the report deals with the progress of the war. It mentions the fact that the war has been going on for three years and that the situation is still very uncertain. It also mentions the fact that the country is still in a state of war and that the situation is still very uncertain.

10. The tenth part of the report deals with the progress of the war. It mentions the fact that the war has been going on for three years and that the situation is still very uncertain. It also mentions the fact that the country is still in a state of war and that the situation is still very uncertain.

vabor tamen fusiùs probare; idque potissimùm, cùm Lucem, cui ^{De Radiis} Color albus competit, ex Radiis, quoad qualitates colorificas ^{rum Luci-} æquè ac Refrangibilitatem, heterogeneis componi, eaque de causâ albere, certissimè constat. Proponitur itaque jam monstrandum esse, quòd, cùm omnes omnino Colores, quos Prismata generant, debitè commiscentur, Albedo exinde resultabit; deque tali misturâ perfectè componendâ plures modos, eo quo cogitabam ordine, recensere animus est.

Ac primò rem aggressus sum cum pluribus Prismatibus ita dispositis, ut Colores eorum in eundem locum inciderent, & sic inter se miscerentur. Sint ABC, DEF, ac GHI (*Fig. 75*) tria ^{TAB.XVI-} Prismata juxta se situ parallelo ita disposita, ut alterum DEF sit alteris duobus ABC, & GHI, utrinque vicinissimis intermedium, in morem trium linearum conficientium capitalem literam græcam Ξ ; & Lux per unumquodque Prisma liberè transiens, excipitur in papyrus PT, pede uno, vel duobus, postpositam. Coloribus omnium Prismatum sic in ipsam PT projectis, convertantur Prismata circa proprios axes, & videbis Colores istos sibi invicem accedere, vel recedere. Quare convertantur, donec talis sit eorum situs, ut unius Prismatis ABC Rubor, & alterius GHI Purpura, vel Color indicus, cum Viriditate tertii DEF coincidant, sicut vides factum ad R; & ex istis Coloribus ita sibi commixtis Albedinem generari cernes, Colore purpureo & cæruleo juxta P conspecto; rubeo verò, & flavo juxta T, & albo juxta R ceteros intercedente.

Ceterùm in istis experiendis convenit observare sequentia. Primò, si anguli Prismatum planis refringentibus contenti, ACB, DFE, & GIH, sint inæquales, præstat, ut illud Prisma, cujus angulus GIH maximus est, ponatur versùs exteriorem partem anguli contenti Radiis incidentibus & refractis; & istud versùs interiorem, cujus angulus ACB est minimus.

Secundò, aperturæ, per quas Lux transmittitur trans Prismata, debent esse magnæ; imò convenit, ut transitus Luci per tota Prismata pateat, obstaculo nullò adhibito; neque opus est, ut experimentum in tenebris peragatur, sicut in aliis quamplurimis requiritur.

Tertiò

*Pars II.
Sectio I.*

Tertiò, papyrus PT, in quam Colores incidunt, non nimis distare debet à Prismatibus: sufficit distantia pedum, plus minùs, duorum. Has autem aperturas & distantiam statuo, ut Colores eò meliùs commisceantur ad Albedinem perfectiorem componendam.

Quartò, ut Colores ad R faciliùs etiam & fatiùs commisceantur, Prisma ABC statuatur in situ quocunque tali, ut Radii, tum ingredientes, tum emergentes, Refractionem, præterpropter, æqualem patiantur, & in eo situ figatur. Et Colores ejus ad distantiam duorum pedum excipiantur, vel ad eam potiùs, ubi vides flavum ejus & cæruleum modò contiguos, Albedine intermedià tum evanescente, Postea figatur aliud Prisma GHI in tali situ, ut Purpura ejus contingat Ruborem alterius ABC, non autem coincidat illi, & linea contactùs notetur. Deinde tertium Prisma DEF sic fige, ut ejus Colorum medietas cadat in dictam lineam contactùs; quod ubi contingit, faciliè cognosces, interceptiendo Lucem cetera Prismata ingressuram. Denique papyrus PT ultra citràque transferatur paululùm, donec videas Albedinem perfectam in medio Colorum ad R generari. Quam quidem Albedinem ex variis Coloribus compositam esse constabit, interceptiendo Colores unius, duorumve Prismatum, priusquàm attingant papyrus; nam, loco Albedinis, eos, quos non interceptis, Colores intueberis.

Denique, si velis, ut Colores cujusque Prismatis perfectiùs, misceantur, possis adhibere plura Prismata, modò præsto sint; tamen eventus non deerit expectationi, si tria tantùm adhibeas. Etenim, Colores cujusque Prismatis seorsum spectati non sunt omnino simplices, sed viridis & rubeus nonnihil miscentur in flavo, & purpureus ac viridis in cæruleo, & sic de reliquis, quemadmodum in sequentibus ostendetur; & inde fiet, quòd cum tria tantùm Prismata adhibentur, non solùm tres Colores, rubeus, viridis & indicus commisceantur in R, sed etiam cæruleus & flavus, unà cum omnibus eorum gradibus intermediis, istam Albedinis compositionem ingrediantur.

Verùm, cum tot Prismata in situ tam accurato disponere, propter motum Solis & alia incommoda, difficile forsan & laboriosum

riofum simul inveniatur, nisi adhibeatur machina quædam eâ de De Radio-
causâ fabricata, ut ejus ope Prismata in desiderato situ figantur; rum Lucis
alium propterea modum profero, quo ista negotio leviori, idque Coloribus.
unico Prismate, periclitari poteris. Sumatur papyrus, vel aliud
opacum corpus attenuatum in morem laminæ; & in eo confo-
diantur oblongæ rimæ sex, aut plures, parallelæ, quarum latitudi-
nes sint æquales distantis, aut iis paulò majores. Deinde papy-
rus ista figatur alicui ex planis lateribus Prismatis. Sit illud latus
papyro obductum $ACED$, (*Fig. 76.*) & rimæ in papyro ex- TAB.XVI.
cisæ litteris l designentur, quarum situs esto parallelus ad EC ,
concursum laterum refringentium Prismatis, sive ad verticem
ejus. Papyrus autem debet toti isti plano $ADEC$ superin-
dui, nequa Lux, alibi transmissa quàm per prædictas rimas, per-
turbet experimentum. Tum Prisma statuatur in Luce Solis, ut
Radii ejus per dictas rimas id ingrediantur, vel, postquam refracti
fuerint, per eas egrediantur; & in isto situ figatur. Quo facto,
sumatur alia papyrus PT , quæ sic teneatur à posticâ parte Pris-
matis ad distantiam trium, duorumve, digitorum, ut in eam Lux
terminetur; & videbis tot lineas Colorum, quot sunt oblongæ ri-
mæ l , quarum linearum cuique tot competunt Colores, quot so-
lent apparere virtute Prismatum. Nempe, quælibet rima subit offi-
cium unius è Prismatibus, experimento priori adhibitis, & pro-
prios Colores, cæruleum, rubrum, ceterosque, generat quasi tot
essent Prismata, quot sunt rimæ. Porro, si papyrus PT longiùs
differatur à Prismate, coloratas istas lineas paululùm dilatari cer-
nes, & interjecta spatia minui, donec absorbeantur à Coloribus
tandem factis contiguïs. Et, si papyrus adhuc longiùs differatur,
Colores à diversis rimis effecti, rubri cum cæruleis primò, deinde
alii cum aliis, incipient plùs plùsque misceri; & sic sese paulatim
diluunt, donec, cùm mistura satís absoluta est, convertantur in Al-
bedinem, præterquam in eorum extremitatibus P ac T , ubi mix-
tura & confusio ferè nulla est. Et isthæc accidunt, cùm papyrus
 PT quasi ad distantiam decem, vel duodecim vicibus majorem
ipsâ AC , vel BC , latitudine planorum Prisma constituentium,
amovetur. Quòd si amoveatur adhuc longiùs, absumilium Radio-

Is. Newtoni Opuscula. Tom. II.

C c

rum

Part. II.
Sectio I.

rum commistio perfectior fortasse evadet, sed Colores purpurei & cærulei ad P, ac flavi ac rubri ad T, latiores fient, & interjectum spatium album minuetur, donec totum destruatur ab istis Coloribus occupatum.

In hisce autem experiendis cavendum est, ut oblonga foramina *l*, sint accuratè æqualia, & æqualibus distantis ab invicem distita, ne, Luce magis copiosa per aliquod ingressa quàm per cetera, Colores exinde generati prævaleant ceteris, & mixturam perfectam conturbent; & sic, vice Albedinis, Colores apparebunt hinc illinc more fortuito sparsi. Illa verò distantia rimarum *l*, ut & earundem latitudo, non malè statuitur esse pars digiti, circiter, duodecima, aut eà major fortè, si Prisma satis amplum adhibeas. Quinetiam, si cupias, ut experimentum sit omnibus numeris absolutum, vice Prismatum vitreorum vulgò venalium, (quæ sunt nimis gracilia,) debes amplioribus uti, qualia possis efficere ex laminis vitreis utrinque perpolitis, & conjunctis in morem vasculi prismiformis; quod vasculum impleatur aqua clarissima, & undique cemento obturetur. Non multum refert, quænam sit hujus latitudo; sufficit, ut sit trium digitorum. Sed refringentia latera debent esse quatuor, vel sex digitos lata, aut amplius, ut rimæ præfatæ *l*, cum distantis earum, fiant majores & plures & magis accuratæ. Sin utaris angustioribus, qualia vulgò venduntur, Colores externi juxta P ac T dilatando prius destruent interjectam Albedinem, quàm perficiatur per remotionem papyri P.T. Et illa præterea, quæ in totum constant ex vitro, Colore aliquo, vel viridi, vel flavo, plerumque tinguntur; & Radios ita tingunt in transitu, ut Albedinem perfectam exhibere nequeant.

Jam verò audire videor objectionem, ex receptis Philosophorum opinionibus depromptam. Dicat enim aliquis, quòd Colores, revera & propriè loquendo, non miscentur, sed destruantur potius; idque eà de causâ, quòd umbræ vicinia, quæ necessaria est ad productionem Colorum, tollitur, cum Radii per diversas rimas trajecti commisceri incipiunt; & propterea, quòd, Radiis sic mixtis, quorum motus inter se dissentiant, necesse est, ut isti

mo-

motus destruant alterutros, quibus cessantibus, Color omnis perit, & in Albedinem convertitur. Sic Cartesianus aliquis contendat fortè, quòd, cùm globuli miscentur, quorum rotationes contrariantur sibi, necesse est, ut impediant sese, & alternos motus destruant. Et sic alii objiciant alia.

De Radiis
Lucis
Coloribus,

Sed, responsio multiplex in promptu est; & imprimis inquam, quòd, cùm umbræ Coloribus interjectæ primùm evanescent removendo papyrum PT, Colores tamen non ideo pereunt, neque minimùm immutantur, donec incipiunt miseri per remotiorem distantiam papyri; & Albedo non producitur, donec per distantiam adhuc remotiorem, mistura Radiorum omnis generis evadat perfecta. Unde confinium umbræ non est necessarium ad Colores producendos, neque Albedo generatur ex isto sublato.

Secundò, Colores, qui primò omnium miscentur, nimirum purpureus, sive violaceus, & rubeus, videntur maximè esse omnium dissimiles, propterea quòd adversas Colorum extremitates occupent. Quamobrem itaque motus eorum contrarii non destruant sese, neque Color albus generatur, antequàm ceteri etiam Colores omnes miscentur.

Tertiò, cuique licet observare, idque nullo negotiò, quòd Colores non omnino mutantur, trajiciendo Radios per medium quantumvis luminosum: sic Colores Prismaticum sunt iidem, sive trajiciantur per spatium illuminatum, sive tenebris involutum; & res omnes eodem modo coloratæ cernuntur, sive conspiciantur cùm Lumen Solis trajiciatur per intermedium spatium, sive cùm excludatur; id, quod secus esset, si Lux in Lucem per idem medium transeuntem posset agere. Quinimo, si Radii duobus Prismaticis refracti sese decussent, postquam ab invicem discreti sunt, eosdem Colores efficient, quos alias efficerent, si non omnino miscerentur. Id, quod non posset evenire, si Radii diversis Coloribus tincti sibi mutuò per eadem spatia transeuntibus mutationem aliquam inducerent.

Quartò, cùm in illà distantia papyrum PT fixeris, ubi Colores Albedinem optimè componunt, statuatur alia papyrus YZ ad distantiam duorum, vel trium, digitorum à Prismate, & in

Part II.
Seçtio I.

câ notentur lineæ coloratæ, tum excindantur istæ partes papyri, in quas dictæ lineæ cecidère; factis, eo pacto, rimis oblongis $\vee, \vee, \vee, \vee, \vee, \vee$, parallelis & æqualibus, ut & æquè latis ac distantibus: deinde papyrus ista YZ in locum suum restituatur tres digitos, circiter, à Prismatic distantem, ut per rimas ejus Lux colorata trajiciatur ad alteram papyrum PT longinquiore; quo facto, possis observare, quòd, si parùm deprimas papyrum YZ, ut purpureos Colores & cæruleos superioribus labris rimarum ejus impingentes intercipiat & transmittat ceteros, Albedo ad papyrum PT convertitur in rubeum Colorem, aut citrium, vel flavum: sin attollas eam, ut rubei & flavi labris inferioribus intercipientur ceterique perlabantur, Albedo ista convertitur in purpureum, indicum, & cæruleum; perinde ut fieri oportet in mixturâ Colorum; nam, unis è mixturâ sublatis, alteri debent ad propriam speciem & formam restitui.

Quintò, papyro YZ sublata & reliquis stantibus, papyrum alteram PT in meditullio Albedinis acu perfora, ut Lucis ejus alba portiuncula trajiciatur, quam deinceps accipe in aliam papyrum, isti PT ad distantiam quatuor, vel sex, digitorum postpositam, &, vice Albedinis, Colores iterum apparebunt. At, quomodo Colores illi de novo generari potuissent, si destruerentur in productione, potiùs quàm miscerentur, non video. Concedendum est itaque, quòd tantùm miscentur, & quòd Radii variis Coloribus tincti, & promanantes à diversis rimis l, l , decussant sese in dicto foramine acu effecto; &, postea divergentes ab invicem, gradatim segregantur, & segregati proprios iterum Colores depingunt, quemadmodum posthac fusiùs explicabitur. Ad eundem præterea modum, si Speculum aliquod planum & exiguum K statuas in medio Albedinis, ad PT papyrum effectæ, ita quidem, ut aliquos ex albificantibus Radiis aliorum, veluti ad $p\sharp$, reflectat; Lux alba sic reflexa degenerabit in Colores, quos videre est ad $p\sharp$ papyrum objiciendo. Etenim, Radii tincti cum diversis Coloribus, & in Albedinem ad Speculum K commissi, inclinantur ad se invicem; propterea quòd adveniunt à diversis fissuris l, l, l, l, l, l, l, l . Atqui tantùm divergunt à Speculo, postquàm reflectuntur,

tuntur, quantum antea convergebant. Divergentes itaque paulatim diffocientur, ac dissociati proprios Colores non secus exhibebunt, quam si nunquam fuissent commisti. Liquet ergo, quod in misturâ Radiorum diversicolorum dispositiones ad efficiendos varios Colores non destruuntur, utut Albedinem exhibeant, dum commisceantur sibi.

De Radi-
rum Lucis
Coloribus.

Ad hæc, lamina K, si valde obliquetur ad Radios in ipsam incidentes, non amplius alba apparebit, sed, vel cum rubeo, vel cæruleo Colore imbuta, prout, vel versus verticalem angulum, vel versus basin Prismatis inclinatur; id, quod nullo modo accideret, si alba Lux, quæcum illuminatur, homogenea esset; quandoquidem alba & specularia corpora reflectendo Lucem, non mutant Colorem ejus. Sed hoc ex eo evenire fatendum est, quod in Speculum, quando incidentibus Radiis admodum obliquatur, pauciores ex obliquioribus Radiis in illud incident, inque reflexâ Luce major sit copia Radiorum minus obliquorum, qui proinde prædominantur, & proprium Colorem ostendunt; quem non possent exerere, si, ad Albedinem Lucis incidentis producendam, non tantum cum aliis Coloribus miscerentur, sed revera transmutarentur in uniformem Albedinem. Ceterum nota, quod in isthoc experimento faciendo, præstat laminam non perpolitam, sed superficie nonnihil asperâ, (qualis est nummi argentei, vel chartæ, &c.,) præditam adhibere.

Præterea, vulgo notum est, quod ex pulveribus diversicoloribus inter se commistis novus Color emergit; tamen, si pulveres isti inspiciantur Microscopiis, omnes videntur tincti propriis Coloribus. Adeo ut, ex misturâ pulverum, Colores proprii non destruuntur, sed permiscendo tantum Color novus eliciatur. Verum iidem planè Colores ex misturâ Colorum Prismatum ac pulverum producuntur. Sic, pulvis cæruleus cum flavo mistus producit Viriditatem; & eadem Viriditas etiam producitur ex misturâ Radiorum tinctorum cum cæruleo & flavo; & proinde non dubium est, quin Colores novi ex coalescentibus Prismatum Coloribus, non factâ assimilatione sed misturâ tantum, similiter oriantur. Ceterum, ut nullum dubitandi locum relinque-

Pars. II.
Sectio. I.

rem, effeci, ut pulveres Colorum principalium, quos Prismata generant, rubei, flavi, viridis, cærulei, & purpurei, in proportionem certâ miscerentur; &, licet Albedo perfecta non prodibat, tamen isti Colores ad sensum perire, & quoddam genus Albedinis fuscum & obscurum, sive mediocre inter Albedinem perfectam & Nigredinem, producebatur: Quod nostro proposito non minus inservit, quam si Albedo perfecta prodisset; quandoquidem fuscus ille ab albo perfecto tantum differt quantitate Lucis, non autem specie Coloris; ut exinde pateat, quod producitur ex albo cum Nigredine contemperato. Neque expectandum est, ut mihi videtur, alium quam fuscum Colorem à tali pulverum mixturâ generari. Nam, cum pulveres colorati intromittant maximam partem Lucis, istam ferè solam reflectentes, quæ apta est ad exhibendos proprios Colores, ut ostendetur postea; eorum mixtura maximam quoque partem Lucis intromittet. Unde, pro Albedine perfectâ, talis Color generandus est, qualis efficitur ex Albedine & Nigredine mixtis, id est, fuscus. Attamen non eo inficias, quin tales fortè pulveres inveniantur, præsertim inter mineralia, qui tantum Lucis reflectant, ut mixti exhibeant Albedinem perfectiorem, quam, hætenus vidi ex mixturis effectam. Ceterum, quod pulveres Coloribus tantum quinque præcipuis tinctos miscebam, non ideo cogitandum est Albedinem ex quinque solis productam fuisse, sed ex omnigenis. Nam, in omnium corporum Coloribus alii latent principalibus commisti, licet minùs fortes, ut à principali separati non cernantur; sic, in cæruleo pulvere latent cyaneus & indicus aliique gradus omnes usque ad viridem, aut flavum fortassis ex unâ parte, & ad intensum purpureum ex alterâ; utut cæruleus solus appareat, quod sit ceteris longè copiosior.

Experientiis hisce admonitus in mentem præterea revocabam, quod corpuscula, quæ conspiciuntur in Radiis solaribus huc & illuc volitantia, varios Colores exhibent, modò quisquam ea diligenter observet in cubiculo quaquaversum Luci occluso, præter unicum foramen, per quod illuminantur; & tamen, cum isti pulvisculi in aerem congregantur, nullus omnino Color apparet, præterquam fuscus.

Non

Non minùs appofita eft obfervatio, quòd, cùm aqua, fapone De Radiis
rum Lucis
Coloribus. in eâ foluto, paululùm inſpillata & in ſpumam, agitando, converſa fuerit, poſtquam paululùm conſtitit ſpuma, in ſingulis bullulis, ex quibus conglomeratis efformata eſt, innumeri omnis generis Colores acutiùs inſpicienti apparuère; & tamen ſpuma, ad tantam diſtantiã ſpectata, ubi Colores in ſingulis bullulis ab invicem diſtingui nequibant, apparuit perfectè candida.

Patet itaque Colores Priſmatum revera non deſtrui ad Albedinem producendam, ſed commiſceri tantùm; quandoquidem emergunt immutati, cùm Radii coeuntes decuſſavère, & , per ſubſequentem divergentiam, iterum diſſociantur; & proprios etiam Colores exhibent, cùm aliqui copioſiùs, quàm ceteri, reflectuntur. Atque ſubalbus Color è miſturâ pulverum omnigenis Coloribus præditorum, ut & Albedo perfectior è diverſicoloribus bullulis, ſine aliquâ congregientium Colorum mutatione, ſimiliter emergat. Ad hæc, cùm rei dignitas poſtulare videatur ut nullus non moveatur lapis, præter modos præcedentes componendi Albedinem, lubet adhibere tertium, & quartum deinde, quò faciliùs prædicta experiri poſſis, & magis fortè cum evidentia.

Poſito, quòd Sol illuceat obſcurato cubiculo per unicum tantùm foramen F, (*Fig. 77.*,) cui Priſma ABC affigitur, ingreſſam TAB. XVI. Lucem refringens ad P T. Juxta Colores in papyrum P T ſic projectos, teneatur alia papyrus Z, ut illuminetur à coloratâ Luce, quam altera papyrus P T reflectit. Quo factò, papyrus Z ſic illuminata Radiis omnium Colorum à P T confuſè reflexis, apparebit alba. De hoc autem ſpecimine maximè luculento & facili juvabit obſervare ſequentia.

Primò, quòd, auferendo papyrum P T, ne Lucem ampliùs ad Z reflectat, è conſequenti defectu Lucis in Z cognoscas eam illuminari per ſolam Lucem coloratam à P T reflexam.

Secundò, ſi papyrus Z ipſi P T valde vicinam teneas, ut una pars ejus magis illuminetur ab uno Colore, & alia ab alio, ipſa Z non apparebit alba, ſed ejus partes ab omnibus Coloribus iſtis tingentur, quibus ſunt viciniſſimæ. Sin ipſa Z ad majorem à P T diſtantiã transferatur, ut omnes ejus partes æqualiter ferè

ab

Pars II.
Sectio I.

ab omnibus Coloribus illuminentur, ex illâ Colorum mixturâ generabitur Albedo. Pari ratione, si quemlibet è Coloribus ad papyrum PT tendentibus intercipias, ne reflectatur ad Z, illud Z non amplius albescet, sed evadet coloratum, pro mixturâ, quam ceteri Colores in ipsam PT prolapsi componunt.

Denique, quòd Albedo illa Z, non destruendo Colores, sed tantum miscendo, generatur, exinde pateat, quòd Colores PT cernuntur beneficio Radiorum non secus Oculo mixtim incidentium, quàm papyro Z. Itaque, si Colores destruerentur potius, quàm miscerentur ad Z, etiam destruerentur ad corneam tunicam Oculi, vel pupillam, ubi tamen certissimum est, quòd miscerantur tantum, ut decussantes postea divergant ad varias partes retinæ, & sic excitent phantasmata propria. Quinimo, si Radii tincti cum diversis Coloribus, dum per eadem spatia confusè transeant, possent inter se invicem agere, & dispositiones mutare, quas quilibet habent ad expingendos proprios Colores; omnes omnium rerum Colores conturbarentur, & se mutuò transmutarent, dum per aera transmittuntur: ubique scilicet Radiis aliorum corporum omnigenis Coloribus tinctorum occurrentes, & sic in Coloribus visibilibus nulla esset certitudo, constantia nulla.

TAB.
XVII

Quantum præterea modum descripturus, quo Colores in Albedinem misceri possint, pono ABC, (*Fig. 79.*,) esse Prisma foras ante foramen F dispositum, quod refractam Lucem in obtinebratum cubiculum transmittit versùs MN. Tum Lentem MN convexam sume, cujus focus est ad distantiam semipedis, vel pedis unius, duorumve, (quale est objectivum vitrum Perspicilli bipedalis,) & eam statue paulò plus distantem à foramine F, quàm focus distat à se; ita scilicet ut Lux colorata per eam deinceps trajiciatur, sicut videre est in schemate: sit autem ejus latitudo, sive apertura, tanta, ut omnes Radios transmittat. Deinde, cum Lentem in dicto situ stabilitam feceris, ponè statuatur papyrus PT, in quam Radii hi refracti terminentur, eamque primò colloca proximè ad Lentem, deinde ad majorem distantiam continuato motu transfer; & videbis Colores purpureum P, rubeumque T, contrahi, & eousque minui, dum omnes convertantur in Albedinem, puta,

Fig. 74.

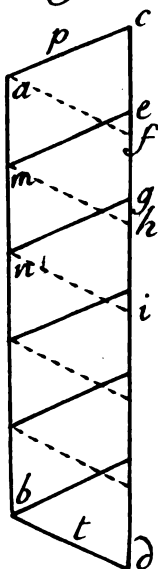


Fig. 75.

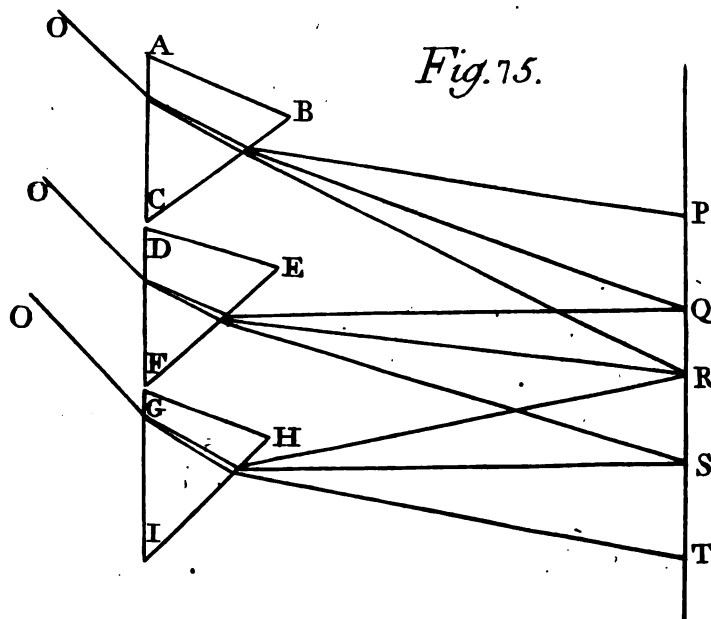


Fig.76.

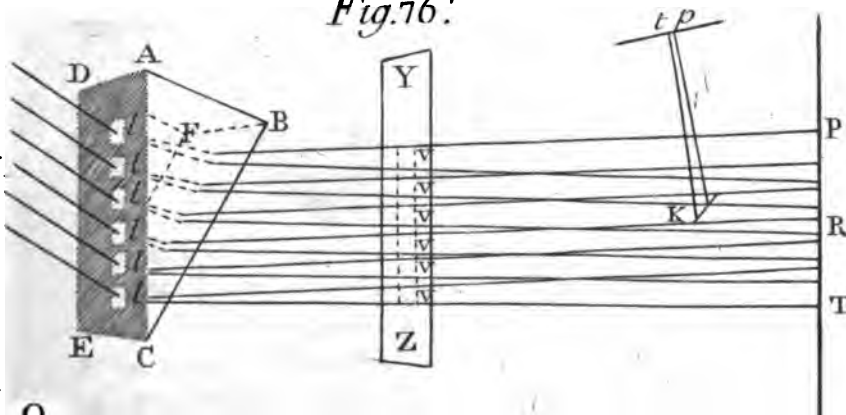
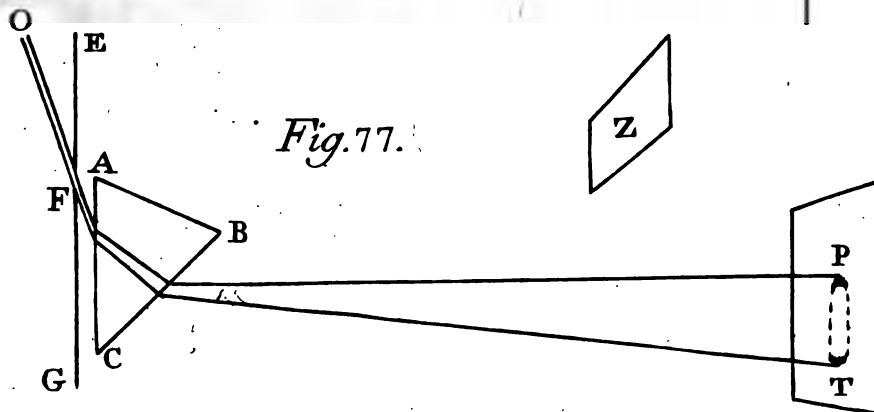


Fig. 77.



puta, ad X, quatuor, vel sex pedes, aut longiùs fortè distantem De Radio-
 à Lente, pro convexitate ejus, vel positione. Deinde, si papy-^{rum Lucis}
 rum adhuc longiùs transferas, Colores iterum emergent, sed in
 situ contrario, rubeo ad τ conspecto, & purpureo ad π ; neque
 ulla inter eos ad P T, & $\pi\tau$, differentia intercedit, præterquàm
 quòd situs sit contrarius. Scilicet, à Lente MN effectum est,
 ut omnes Radii radiantes ab aliquot punctis foraminis F, in to-
 tidem iterum punctis congregentur ad papyrus X; & sic omnes
 omnium specierum, tum Purpuram ad P, tum Rubedinem ad T,
 tum alios alibi Colores efficientium, convergunt ad X, & ibi
 confusè miscentur ad Albedinem generandam, de quâ imagine al-
 bâ & orbiculari, monebam supra. Postea verò, cùm sese de-
 cussavère in X, Radii PX tendunt ad π , & TX ad τ , adeò ut
 Colores expingantur ad P, & π , per eosdem Radios p π , & iidem
 ad T, & τ , per eosdem T τ , & sic de aliis. Unde liquet ite-
 rum, quòd dispositiones Radiorum dissimilium ad diversos Colores
 producendos non destruantur per eorum mixturam; quandoqui-
 dem eosdem expingunt, cùm segregantur, quos ante mixturam
 expungebant.

Porro, si Radios cujusvis Coloris intercipias, interponendo
 aliquod corpus opacum prope Lentem MN, & ceteros facias mis-
 sos, videbis non modò Colores interceptos è papyris P T ac
 $\pi\tau$, tolli, sed & Albedinem X destrui, & ejus vice Colorem
 aliquem, qualis efficitur per mixturam Radiorum præterlabentium,
 generari. Sic, si Radios intercipias ostendentes rubeum ad N,
 Rubedo T, ac τ , tolletur, ac Albedo X convertetur in cæru-
 leum. Vel, si sistas tum rubeum ad N, tum purpureum ad M,
 & intermedios flavum, viridem, & cæruleum præterlapsos mit-
 tas, ex eorum misturâ Viriditas producetetur ad X. Et sic, præ-
 termittendo quos velis, & sistendo alios pro arbitratu, possis ex-
 periri mixturas quaslibet, & explorare qui Color inde generabi-
 tur, modò pretium laboris experientiam illam judicaveris.

Verùm, cùm experimenti hujus dignitas videatur exigere, ut
 summâ cum diligentia retegatur & penitus explicetur, dum plu-
 ra de Coloribus simul complectitur & exhibet, quàm in unico tan-

Is. Newtoni Opuscula. Tom. II

D d

tum

Pars II.

Sectio I.

T A B.

XVII.

tum experimento solent latere ; non gravabor modum copiosius ostendere , quo Radii miscentur ad X , & nonnulla postmodo scitu non indigna patefacere. Itaque , concipiantur tales Refractiones in Prismate fieri , ut Radii incident in varios circulos ad lentem MN , qui varios gradus Refractionis patiuntur , prout explicui in præcedentibus , sitque PQRST , (Fig. 79. ,) oblonga imago , composita ex præcedentibus circulis & in Lentem projecta , quorum circulorum extremi duo sunt PQ purpureus , & ST rubeus. Porro , sit fFf diameter foraminis , per quod Lux in Lentem trajicitur ; cujus foraminis punctum aliquod , ut F , primò consideremus , à quo venientes Radii dictos circulos PQ , ST , totamque. imaginem PT efformant : & præterea , cum Radii , eundem quemlibet circulum efformantes ; sint homogenei , ponatur , quòd Lens sit tali figurâ prædita , ut eos omnes ad eundem illum circulum , (puta , rubeum ST ,) pertinentes , versùs punctum quoddam Z exactè refringat ; quod fieri posse per Lentem convexis hyperbolis terminatam , ut & per Lentes aliter formatas , CARTESIUS in *Dioptricâ* & *Geometriâ* edocuit. Est itaque Z focus Radium FS , FT , & ceterorum uniformiter rubeorum , & recta FZ ducta erit axis Lentis. Præterea , cum Radii FP , FQ , ceterique conficientes alterum extremum circulum PQ , Colorem purpureum ostendant , & propterea magis refringantur quàm alteri tendentes ad ST ; illi ideo emergent ad punctum quoddam aliquantò propinquius quàm Z , veluti ad Y , ut ii faciliè percipiant , qui norunt focos Lentium esse tantò propinquiores sibi , quantò majos est earum vis refractiva. Liqueat itaque Radios in Coloribus & Refractionibus absimiles ad diversos focos convergere. Sed , cum eadem Lens pluribus focis haud queat aptari , & ideo ; cum Z supponatur focus , in quem omnes Radii , ad circulum rubeum ST pertinentes , exactè conveniant , Radii pertinentes ad alterum circulum PQ purpureum , omnes in ejus focum Y exactè convenire nequeunt ; attamen eorum concursus juxta Y in axem tam proximè accuratus erit , ut , quoad sensum & experientiam omnem , habeatur pro accurato.

Quin-

Quinetiam, si Lens MN ponatur sphaericè convexa, ut neuter focorum Y, vel Z, strictè loquendo, possit esse accuratus; tamen, quantum ad præsentia spectat, pro accuratis habere liceat. Itaque concipiendo, quòd Radii manantes à PQ, & ST, convergant ad Y & Z & ibi decussantes divergant itidem; patebit, quòd hi duo Radiorum penicilli concurrent, & miscebuntur in spatio focus Y & Z intermedio, veluti ad t , modò Lentis centrum R ponatur intermedium circulis PQ, & ST. Ad eundem modum Radii ceterorum generum convergent in alios focos ipsis Z & Y intermedios, ac tantò propinquoiores ipsi Y, quantò major est eorum passio refractiva. Sic, focus viridiformium Radiorum cadet in medio spatio, veluti ad X; Radiisque cæruleiformes convenient citius inter X & Y, & flaviformes longinquius inter X & Z; ac ceteri Colores intermedii in spatiis intermediis, eorumque penicilli sese decussabunt ultra citràque locum t ; ita tamen ut istæ decussationes sint eò densiores, quantò sint ipsi t viciniore, & ut spatium X t sit minimum, per quod omnes Radii transeunt manantes ab eodem puncto F. Non dissimili modo, Radii venientes ab alio quovis puncto foraminis, ut f , si sint rubriformes, convergent ad z ; sin purpuriformes ad y ; & ad intermedium aliquod punctum, si sint intermedii generis; & eorum concursus densissimus erit in loco medio, veluti x/l . Atque adeò, ex Radiis ab integro foramine fFf manantibus, foci maximè refrangibilium jacebunt in superficie yYy ad Lentem proximà; & foci minimè refrangibilium jacebunt in alià superficie zZz à Lente remotissimà; focique mediocriter refrangibilium jacebunt in aliis intermediis superficiebus. Et sic omnes omnium Radiorum foci totum spatium yzy , à superficiebus istis integratum, occupabunt, & in eo præcipuè penicilli decussabunt & commiscebuntur.

Jam ex hac descriptione venit observandum, quòd si papyrus HI teneatur in medio dicti spatii yzy , ut in eam Radii terminentur, ubi est densissimus eorum concursus & mistura ad Albedinem generandam perfectissima, Radii viridiformes tendentes ad focos in papyro sitos, in eam incident intra literas xx . Sed rubriformes venientes ab ST, ac tendentes ad focos in superfi-

Pars II.
Sectio I.

cie zZz sitos, ut dictum est, incident in papyrus intra literas ll , paulò viciniùs ad I . Et pari modo, purpuriformes incident in eundem locum ll , dum tendunt à PQ ad focos sitos in superficie yYy . Ceteri autem Radii cadent in alia spatia inter $\alpha\alpha$ & ll mediocria, ipsisque $\alpha\alpha$ tantò viciniora, quantò foci eorum minùs absint à papyro. Liquet itaque, quòd totum spatium $\alpha X \iota l$ non debet albescere, sed pars ejus tantùm media inter literas α & l interiores sita, ubi scilicet Colores omnes commiscetur. Etenim, in extremitate α versùs H Radii viridiformes cadunt soli, qui proinde tingent extremitatem istam cum Viriditate. Ad alteram autem extremitatem versùs I , nulla miscetur Viriditas, sed Purpura tantùm cum Rubore. Qui dicta perpendet etiam facilè concipiet, quòd, cùm papyrus paululùm tranferatur ultra citràque, Colores alii, præter Viriditatem, apparebunt ad extremitatem imaginis versùs H . Sic videlicet, inter P & y , purpureus apparebit extrinsecùs; inter y & α cæruleus; & viridis ad α ; deinde flavus inter α & z ; ac rubeus denique ad z ; & postea perpetuò. Ad alteram autem imaginis extremitatem versùs I sitam, rubeus erit extimus à T usque ad l , ubi commiscetur Purpuræ: Quæ quidem mixtura dat pallidum quendam Colorem, nunc ad rubeum nunc ad cæruleum, nonnihil vergentem, pro variâ proportionem mistorum; at ultra l , Purpura semper conspicietur. Ceterùm, cùm distantia inter y , & z , valde parva sit, & multò magis distantia inter X & ι , sive α & l , hoc est, latitudo limbi colorati, propter summam ejus exilitatem, conspectui vix patebit, sed totum spatium $\alpha X \iota l$, nisi acriùs observanti, apparebit album.

Cùm hæc advertissem, experiebar deinde an responderent præconceptis; & licet malè successit primò, dum utebar angustâ Lente, postea tamen, cùm adhibui Lentem eâ de causâ latiorē, ut angulus $XY \iota$, sive $\alpha y l$, & inde αl , sive $X \iota$, hoc est, latitudo dicti limbi colorati fieret major, quod optabam evenit. Adhibeatur igitur Lens, cujus latitudo, sive apertura, sit trium digitorum, aut major eo, foci autem longinquitas, pro lubitu, pedum trium, vel quatuor; tum ea collocetur ad distantiam sex,

sex, vel octo, pedum à foramine fFf , ut Colores $PQRST$, in eam prolapsi, usque ad extremitates ejus extendantur. nullis tamen præterlabentibus. Deinde papyrus HI ponè collocetur, & transferatur ultrà citràque; & ad extremitatem imaginis versùs H videbis omnes Prismaticum Colores à Purpurâ ad Rubedinem usque gradatim successivos. Sed, ad alteras imaginis partes versùs I , inter Purpuram ad z , & Rubedinem ad y conspicuam, neque Viriditas, neque alius quisquam ex intermediis Coloribus apparebit, nisi fortè qui finit ex rubeo & purpureo mixtis; quemadmodum ex eo cognoscas, quòd, cùm intercipis extremitatem Purpuræ, ope corporis opaci juxta Lentem ad P interpositi, ille limbus imaginis versùs I fiet rubeus; sin extremitas Rubedinis ad T intercipiatur, limbus idem fiet purpureus. Et hinc est, quòd transitus à Purpurâ ad Rubedinem ex hac parte imaginis fiet multò celerior, quàm ex alterâ versùs H , ubi Colores omnes interveniunt. Ceterùm, cùm dictorum Colorum latitudo tam exigua sit, (scilicet haud major centesimâ parte digiti,) ut, nisi vitra sint bene polita & à venis libera, & insuper experientis diligentia & curiositas solito major, fortè excidet proposito. Quamobrem, in majorem evidentiam rei & experiendi copiam, addo, quòd, si Microscopium sumas, atque ita disponas, ut papyrum aliquam affixam laminæ, super quam objecta collocantur contemplanda, distinctè amplificet, dein ita statuas, ut imago lucida $\propto Xz/$ incidat in istam papyrum, Colores in ejus limbo sic ampliatos videbis sat manifestos.

Verùm, cùm mistura Radiorum, quoad Colores dissimilium, non sit adeò perfecta in hoc specimine, quin ut è Coloribus aliqui in extremitate Albedinis appareant, (licèt tam exigui, ut incautus fortè non advertat;) placet insuper observare, quòd, si vice Lentis refractoriæ Speculum concavum accuratè formatum & perpolitum adhibeas, dicta mistura fiet omnibus numeris perfecta. Etenim irregularitas illa, quâ Refractiones ita perturbantur, in Reflexionibus nulla est; sed Radii, quoscunque Colores depingentes & utcunque refrangibiles, ad eosdem tamen angulos reflectuntur, in quibus incident. Quamobrem, si MN (*Fig. 80*) sit Speculum

T A B.
XVII.

D d 3

ellip-

Pars II.
Sectio I.

ellipticum, cujus foci sint F & X , Radii omnes à puncto F manantes, cujuscunque sint generis, sive Purpuram ad P , sive Rubedinem ad T , sive alios alibi quoscunque Colores ad Speculum exhibentes, omnes accuratè conveniunt in eodem puncto X . Quinimo, licèt Speculum MN non sit ex ellipticà figurà segmentum, sed è sphericà, modò semidiameter Sphæræ, hoc est, distantia ejus à focis prædictis F & X , satè magna sit, puta, trium, pluriumve, pedum, & distantia focorum valde parva, puta, non plùs quàm unius digiti: si hæc, inquam, ponantur, Radii ab F manantes adeò propemodum convenient in X , ut istud X , quoad sensum, pro exacto Foco habeatur; & eodem modo Radii manantes ab aliis punctis, ut f , ipsi F vicinis, in aliis, ut α , ipsi X vicinis, quàmproximè convenient. Et sic omnes omninò Colores reflectentur à Speculo PT in unumquodque punctum imaginis $\alpha X \alpha$, totàmque exhibebunt albam.

T A B.
XVII.

Sunt & alii modi componendi Albedinem; quemadmodum, si vice Lentis, Speculive, duo Prismata ILM , KMN (Fig. 81.,) in situ ad consimile Prisma ABC parallelo, ad distantiam aliquot pedum juxta posita, adhibeantur, quæ Radios in contrarias partes refringant, faciántque versùs X convergere, quos Prisma ABC divergentes effecerat. Colores ad X congregati component Albedinem, ac post decussationem sub propriis, (ut antea,) formis ad $\pi \tau$ denuo apparebunt.

Opportuna hìc alia subit assertionis demonstratio, quòd Colores in concursu non destruuntur ad Albedinem efficiendam, sed commiscuntur tantùm; utpote, rotam dentibus undique in perimetro confitam ita collocabis juxta duo Prismata ILM & KMN , vel juxta Lentem MN , in præcedenti experimento, ut è Coloribus aliqui in dentem aliquem impingant, dum ceteri per intervallum inter illum & proximum dentem præterlabantur, & in chartam ad præfatum Colorum concursum X excipiantur. Tum rotam imprimis lentè circumvolve; & videbis singulos Colores in chartam, sine aliquà Albedinis apparitione, successivè procedere; postea, si rotam tam celeri motu circumagi facias, ut succenturiantes Colores propter velocitatem consecutionis ab invicem distin-

distingui nequeant, transmigrabunt in Albedinem, eamque, quoad sensum, homogineam, sine aliquâ Colorum apparitione, ex quibus celerrimè se mutuò consequentibus Albedo illa efficitur, & hanc Albedinem, è Coloribus illis successivè committis, componi, per se manifestum est.

De Radiorum Lucis Coloribus.

Quinetiam Albedo non tantum ad locum concursus X è committis Coloribus componitur, sed etiam ad foramen fFf , ubi Lux modò transiit Prisma & Colores nondum apparuere, quandoquidem omnes Radii quibuscunque Coloribus affecti, qui ad punctum quodvis imaginis $\alpha X \alpha$ convergunt, ab alio quodam puncto foraminis fFf manarunt, & sic iidem Radii ad utrumque spatium fFf , & $\alpha X \alpha$, miscentur, & utriusque Albedinis eadem est compositio.

At, hæc clariora fient observando, primò, quòd rei alicujus, utcunque figuratæ & applicatæ ad foramen fFf , umbra distinctè projicitur in papyrum Radios excipientem ad X . Quinimo bullularum aeris in Prismate latentium, (sicut vitris omnibus contingere solet,) umbras videre licet ad instar macularum in dictam papyrum projectas: id, quod nullo pacto contingere potuisset, nisi Radii manantes ab aliquot punctis ipsius fFf , in totidem punctis rursus convenirent ad $\alpha X \alpha$. Et licet non exactè conveniant in iisdem punctis manantes ab iisdem, cum Lens refractoria, vice Speculi, adhibetur, ut in *Figuris* 78, & 79, & proinde Colores nonnullos generent in confinio Lucis & Umbræ, sicut fusè explicui; tamen spatium, in quod conveniunt, tantillum est, ut pro puncto sensibili ferme habeatur.

Secundò, si Lentem, in *Figura* 78, ita statuas, ut æquidistet à Focis ejus F & X ; in medio posita ac deinde Colores excipias in papyrum PT , tum ultrà Lentem versùs X , tum citrà versùs F , alternis temporibus admotam; possis observare, quòd Colores eodem planè modo apparent, diminuuntur, & in Albedinem paulatim convertuntur, dum dicta papyrus motu lento & continuo transfertur ad F , atque dum transfertur ad X ; adeò ut divergentia Colorum ab F , & convergentia ad X , omnino similis sit. Pari ratione, si papyrus $\pi \tau$ lentè moveatur ad X , juxta &

p 2

Part II.
Sectio I.

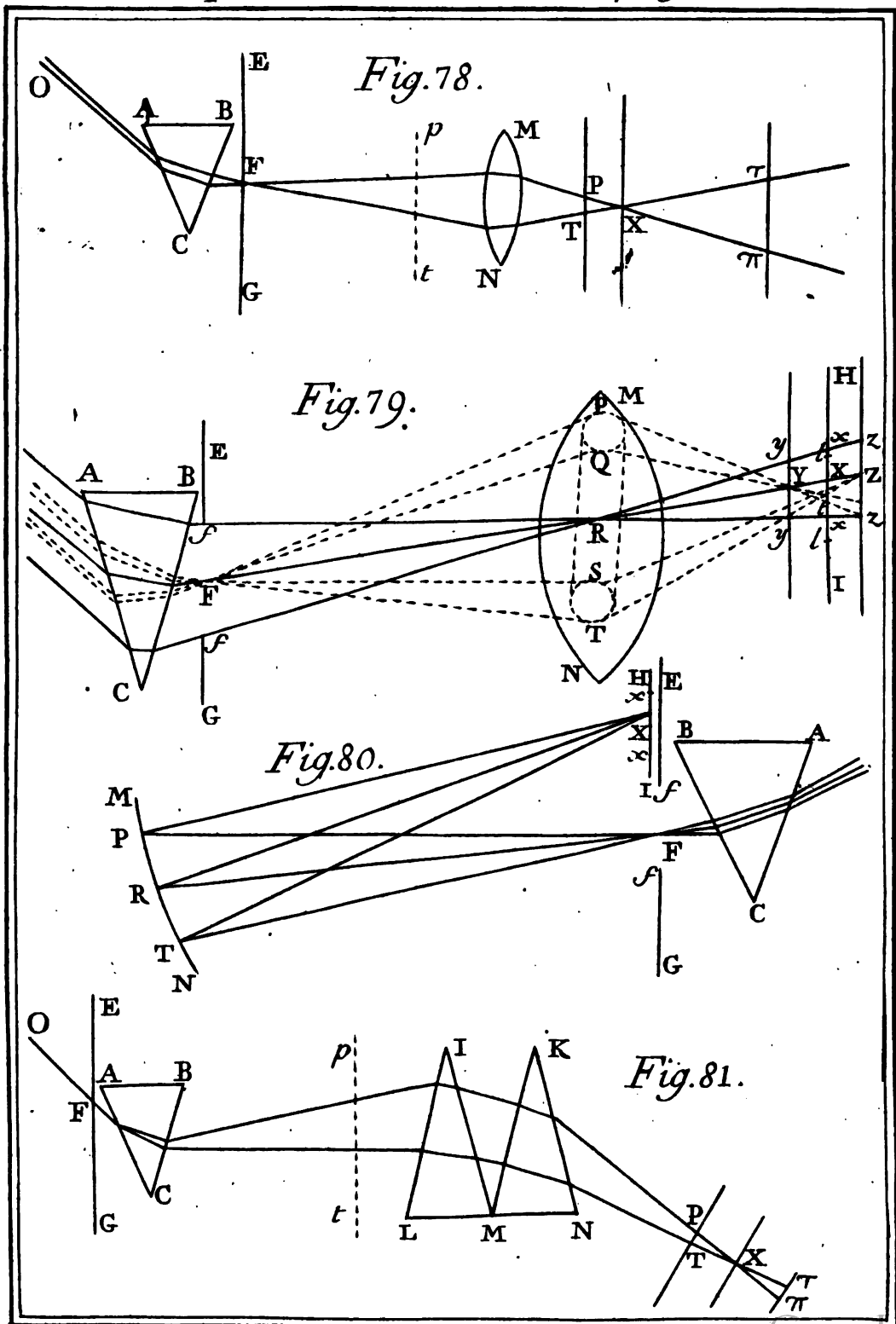
$p\tau$ moveatur ad F, iidem Colores conspiciuntur in utrâque, & eodem modo desinent in Albedinem; hoc tantum excepto, quod eorum situs contrariatur, propter decussationem Radiorum in X; atque adeo divergentia Colorum ab utrisque F, & X, similis est. Quid itaque concludendum est exinde, quam quod eodem modo commiscantur, & ad F antequam divaricaverunt ab invicem, & ad X ubi rursus congregantur in Albedinem? Sed, ut comparatio modò facta evadat illustrior, venit observandum porro, quod cum papyrus statuitur ipsi F contigua, & amovetur deinde versus $p\tau$, & postea statuitur ad X, & amovetur versus $\pi\tau$, quod, inquam, Albedo ad F, & X, in utroque casu, primò degenerabit in Colores secundum extremitates ejus, dum in medietate manet alba; cujus rei ratio non est alia, quam quod Radii divergentes perinde segregantur in confinio Lucis & Umbræ. Sic posito, quod Radii divergant à spatio Ff (Fig. 82.) alii quidem paralleli tendentes ad AB, atque alii ad priores inclinati sed inter se paralleli tendentes ad CD; prima segregatio fiet in extremitatibus juxta lineas FA, & fD, ultimâque in medio, veluti ad g: nam, lineâ $p\tau$ inter Ff, & g ductâ, videre est, quod paralleli juxta extremitates pq & st, ab invicem segregantur, sed mixtim transeunt per intermedium spatium qs.

TAB.
XVII.

Tertiò, sicut Lens MN, in Fig. 78, refringendo Radios divergentes ab F, facit ut convergant ad X, & ibi conficiant Albedinem; eodem modo, si isti Radii, postquam decussavere, di-

TAB.
XVIII.

vergentes ab X iterum trajiciantur per aliam lentem mn, (Fig. 83.) priori similem, & similiter positam, inter focos ejus X, & α , id est, æquali ab utrisque distantia; Colores sic ad α secundâ vice congregati Albedinem rursus component, sicut ante composuerant ad X; hoc tantum interposito discrimine, quod apparebunt in limbo Albedinis ad α duplo latioris, quam, (è mox ostensis,) apparent ad X, atque insuper in situ contrario. At Speculis, ut dictum est, adhibitis, quæ Lucem aliquoties re-percutiant, isti Colores erunt nulli; atque adeo penicilli FX, & X α , evadent omnino similes, & similis fiet decussatio & commixtura Radiorum ad F, X, & α . Concludendum est itaque, quod



quòd Lux, cùm modò trajicitur per Prisma, licèt Albedinem exhibeat, tamen constat ex Radiis heterogeneis confusè mixtis, & ab invicem per divergentiam mox discessuris, qui, postquam ita segregantur, propriis apparent formis; sin iterum congregantur, Albedinem rursus componunt, & sic præterea in infinitum.

Imò verò Lux non solùm componitur ex omnium Colorum Radiis, ut egreditur Prismate & nondum discernitur in Colores istos, sed etiam cùm nondum attigit Prisma, & antecederet ad omnem Refractionem; & inde, non mirum est, quòd, cùm segregantur in Colores, virtute Prismatis Radios inæqualiter refringentis, & Colores iterum commiscuntur ope Lentis, aut alio quovis modo præmonstrato, quòd, inquam, rursus componunt Albedinem: neque hoc solùm exinde confirmatur, quòd Lux è Coloribus composita primigeniæ Luci persimilis sit; sed etiam ex eo, quòd Radii penitus differunt Refrangibilitate, & conceptus non est durior, quòd differunt Coloribus; imò, cùm eidem Refrangibilitatis gradui Color idem perpetuò competat, (ut purpureus maximè refrangibilibus, rubeus minimè refrangibilibus, & sic porro;) quid aliud ab istâ cognatione innuitur, quàm quòd sint congenita, &, fortasse, quòd à communi quâdam causâ dependent? Sed, in hujus rei majorem evidentiam, ostendam præterea, quòd Radiorum Solis æqualiter incidentium quædam genera reflecti possunt, dum alia per reflectentem superficiem trajiciuntur; adeòque diversos Colores diversis Radiis ante omnem Refractionem inesse. Sit ABC (Fig. 84.) Prisma, quod excipit Radios, in obscurum cubiculum per foramen F uno digito latum trajectos, eosque refringit ad papyrum vel parietem HI iis obsistentem apud T: porro autem, cùm superficies Prismatis BC non omnes refringat Radios versùs T, sed & plurimos reflectat; eos apud P sistit etiam cum aliâ papyro KL, in morem albæ imaginis foramini F persimilis terminante. Deinde, converte Prisma circa axem ejus secundùm ordinem literarum ABCA, & videbis, tum amplitudinem Colorum ad T, tum quantitatem Lucis ad P augeri perpetuò, donec tandem, cùm Refractio ad planum BC fit maximè obliqua, Colores ad T incipient evanescere, & reflecti ad

T A B.
XVIII.

If. Newtoni Opuscula. Tom. II.

E e

P;

Part II.
Sectio I.

P; purpureus primò; deinde cæruleus, viridis & flavus, & denique ruber, cujus quidem Lucis accessu imago P fiet multò lucidior, quàm antea. Interea verò, dum Colores ad T gradatim evanescunt, videbis Albedinem ad P paululùm mutari, & nonnihil vergere ad cæruleum, per accessum nempe purpurei & cærulei, qui primò reflectuntur; id, quod nullo modo accidisse potuisset, nisi Radiis, prout à Sole veniunt, discrimen inesse concedatur: scilicet, quòd ex iis quidam, ad efficiendos rubeum & flavum dispositi, pertinaciùs & cum minore Refractione penetrant superficiem BC & versùs T perlabuntur; dum alii, ad exhibendum purpureum & cæruleum parati, superficiem dictam aut penetrant languidiùs, majores Refractiones patientes, aut, si nequeant penetrare propter nimiam eorum obliquitatem, tum faciliùs & citiùs reflectuntur ad P, iis primò omnium reflexis, quorum potentia ad istam superficiem penetrandam sit minima, id est, purpuriformibus, & ceteris deinde suo ordine, prout Incidentia sit magis obliqua, donec rubriformes ultimò reflectantur obliquitate tantà debilitati, ut non sint ampliùs potentes dictæ superficiiei resistentiam superare. Atque hæc faciliè constabunt iis, qui norunt, quòd quò major est vis refractiva superficiiei cujusvis, eo citiùs, & ad minorem obliquitatem, Radii reflectuntur; & quò minor, eò magis obliqui penetrabunt.

De hoc autem experimento convenit observare, primò, quòd, cùm prædicta variatio Albedinis ad P sit admodum parva propter exuberantiam Lucis albæ collatæ ad reflexum cæruleum, itaque cavendum est, ne Prismate utaris, quod ex vitro conflatur tincto cum Colore aliquo, ne Lucem ad P reflexam ita tingat, ut difficile sit dictam variationem observare; præstat adhibere Prisma ex laminis vitreis tenuibus & perpolitis confectum, & aquâ limpidissimâ repletum.

Secundò, licèt mutatio dicta sit parva, tamen satis est ad ostendendum, quòd Radii retinent eosdem Colores cùm reflectuntur, quos exhibent cùm trajiciuntur per superficiem BC; siquidem tingunt Albedinem P Colore suo, quantum liceat tam paucis tingere: Colores itaque suos habuere priùs, & eosdem retinent, sive

sive refringantur, sive reflectantur, licet in mixturis plerumque ce-
lati lateant; donec eruantur, (non autem fiant,) virtute Prif-
matum.

De Radio-
rum Lucis
Coloribus.

Tertiò, ex Luce, ad priorem speciem Albedinis per Refle-
xionem omnium Colorum à T reſtitutà, quid aliud denotatur,
quàm Albedinem istam per mixturam omnium Colorum reproduci?
Scilicet, cùm Rubor ultimò reflexus admiscetur ceteris Coloribus
antea reflexis, reflexorum Colorum mixtura tunc perfecta est ad
Albedinem componendam, quæ superadditur Albedini priùs exis-
tenti in P.

Quartò, ne qua oriatur suspicio, quòd Refractiones in su-
perficiebus AC & AB, ad ingressum Radiorum in Prisma & egres-
sum factæ, possint aliquid conducere ad effectus hosce producen-
dos, observare licet, quòd effectus iidem producuntur, cujuscun-
que licet magnitudinis statuatur angulus ABC; hoc est, quæcun-
que sit Refractio superficiæ AC; modò Angulus ABC ponatur
eiusdem magnitudinis atque angulus ACB; aliàs enim, pro ima-
gine albâ ad P, generabuntur Colores Experimentum itaque
nullatenus dependet à Refractionibus superficierum AC, & AB;
imò possis efficere, quòd, cùm Colores partim reflectuntur ad
P & partim trajiciuntur ad T, Radii perpendiculariter incident
in AC, emergantque ex AB, & sic neutrà superficiem refringan-
tur, modò statuas angulum ABC, ut & ACB, esse grad. 40,
circiter, & iidem tamen effectus producentur.

Ceterum, in majorem evidentiam & explicationem modi,
quo prædicta fiunt, liceat experiri per Lucem in Colores discre-
tam, quòd purpureus primò, & ceteri deinde, (quisque suo or-
dine,) reflectuntur. Etenim, (in Fig. 85.,) sint ABC, &
abc, duo Prismata parallela; quorum alterum ABC projiciat Co-
lores in alterum abc ad distantiam duodecim, vel plurium, pe-
dum. Tum, Prismate abc circa axem ejus, secundum ordinem
literarum abca, converso, donec tanta sit obliquitas Radiorum
in superficiem bc incidentium, ut incipiant ad p reflecti, non
ampliùs potentes penetrare ad z. Videbis omnes purpuriformes
primò omnium reflecti, ceterosque deinde suo ordine.

T A B.
XVIII.

E e 2

Verun-

Pars II.
Sectio I.

Veruntamen, quia purpuriformes Radii paulò magis refringantur in primo Prismate ABC, & ideo magis inclinentur ad superficiem bc secundi Prismatis abc , quàm ceteri; poterit objici, quòd eà de causà primò omnium reflectuntur. Quamobrem, (in TAB.XIX. Fig. 86.,) duo Prismata statuuntur, non parallela sibi invicem, sed in situ transverso, ut omnicoles Radii quasi ad eòdem angulos incident in præfatam superficiem bc ; quo posito, possis observare, convertendo Prisma abc circa axem ejus secundum ordinem literarum $abca$, quòd Radii purpuriformes primò omnium reflectuntur, & ultimò rubriformes, Coloribus ad p continuò translatis, prout à t dispareant.

Sunt & alii præterea modi, quibus experiri liceat, quòd, ex Radiis similiter incidentibus, quædam genera penitus reflecti possunt, dum alia partim transmittantur. Quemadmodum, si EFG (Fig. 87.) sit operculum fenestræ ad F terebratum, & foras statuatur Prisma ABC, quod Lucem Solis foramen F ingressuram intercipiat, & refringat versùs f . Ad illud f , pedibus ab F duodecim, aut longiùs, postpositum statuatur opacum corpus efg , quod Lucem sistat, dempto parvo foramine f , per quod aliqua pars Lucis, nempe violacea, longiùs trajiciatur ad y . Istud autem f non sit semisse digiti latius. Deinde, præ manibus sumatur aliud Prisma abc , &, ad Radios transversè positum, statuatur à posticâ parte foraminis f , circâque axem ejus convertatur, donec videas Lucem violaceam, postquam ab ejus basi bc obliquissimè refracta fuerit versùs t , totâque à t disparuisse modò, & ad p reflecti. Luce violaceâ tam obliquè ad p reflexâ, ut ad t statim pervasura esset, modò ex angulari motu Prismatis secundum ordinem literarum $abca$ factò angulus cyf vel minimùm augetur, Prisma istud abc in eo statu figatur; tum alterum Prisma ABC motu circa axem ejus nunc hâc nunc illac parum convertatur, ut Colores, quos projicit in obstaculum eg , paululùm attollantur, eoque pacto omnes successivè transmittantur per foramen f in posterius Prisma abc ; & videbis, quòd, cùm Flavedo transmittitur ad y , illi Radii, non omnes ad p reflectentur, sed plurimi perrumpent superficiem bc , & ad t pertingent.

Et,

Et, cùm Rubor ad y transmittitur, illi Radii fortiùs adhuc per-
rumpent, ut ex copiâ perrumpentis Lucis & minori ejus Refrac-
tione constet. Neque mirum videatur, quòd purpuriformes Radii
sint minùs potentes penetrare superficiem bc , quàm rubriformes;
quandoquidem, Prismatibus eodem modo dispositis, antehàc osten-
di, quòd majorem Refractionem patientur, posito scilicet angulo
 cyf tanto, ut omnigeni Radii possint superficiem bc penetrare.
Jam, cùm Radii, qui citiùs & faciliùs reflectuntur, in experi-
mento ad Fig. 84. tradito, nempe purpuriformes, etiàm citiùs &
faciliùs reflectantur in experimentis duobus novissimè recitatis;
cùm eadem iisdem Radiis semper eveniant, liquet quòd hoc fit,
non ex contingentia, sed ex prædispositione Radiorum; &, quòd
antecedenter ad omnem Reflexionem, aut Refractionem, quidam
ad exhibendos quosdam Colores sunt apti, & faciliùs reflexibiles;
alii verò aliis Coloribus & progrediendi viribus, afficiuntur. Ne-
que aliud experimentis jam recitatis discrimen interesse videtur,
quàm quòd, in primo Radii omnium formarum, prout à Sole
adveniunt, confusè mixti incident in Prisma, quod rubriformes
transmittit, & reflectit cæruliformes; in reliquis autem duobus
experimentis, dissimiles Radii priùs discernuntur ab invicem, quàm
incident in dictum Prisma.

De Radio-
rum Lucis
Coloribus.

Ad hæc lubet alium adducere modum, quo dissimilitudo Ra-
diorum in Luce Solis mixtorum innotescat, non multò dissimilem
ei ad Fig. 84. ostenso, sed conspectui jucundior, & æquè
scientificum. In Fig. 88. sunt $AaBbC$, & $BbDdC$ duo Prif- TAB. XIX.
mata ita juxta se posita & colligata, ut duo ex eorum planis
 CBb conveniant sibi, & coincident; excepto tantum, quòd non-
nihil aeris in morem tenuissimæ laminæ intercedat iis; id, quod
eveniet ultro, siquidem haud queas Prismata tam arcè constringe-
re, quin tantum intercedat aeris, quantum proposito sufficiet.
Porro, in majorem rei evidentiam, convenit, ut anguli ACB ,
& CBD sint æquales proximè, eò ut plana AaC , & $BbDd$ fiant
parallela, licèt hoc non sit omnino necessarium. His præmissis,
statuantur dicta Prismata juxta foramen F , ut Lux ingressa per
ea trajiciatur verùs 1 , primò permeans superficiem AaC ; deinde

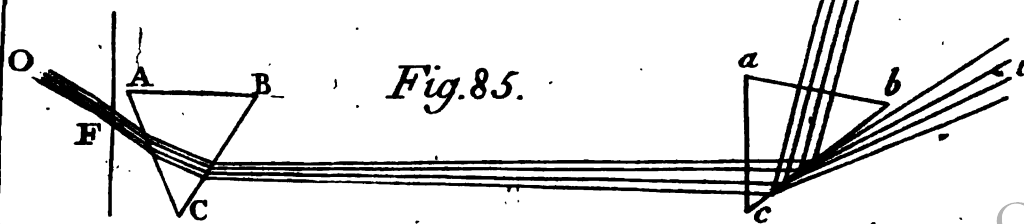
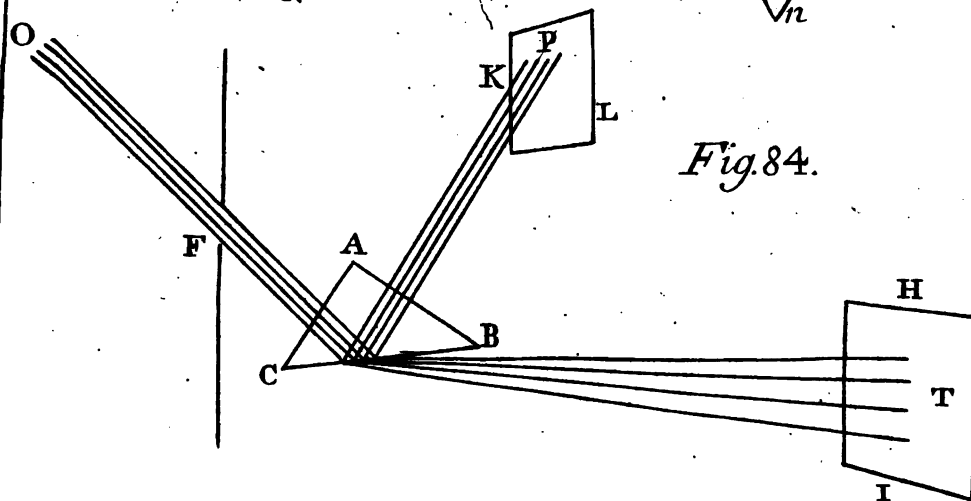
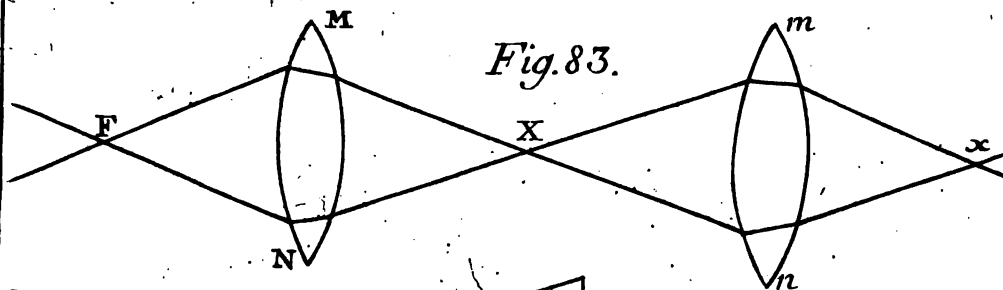
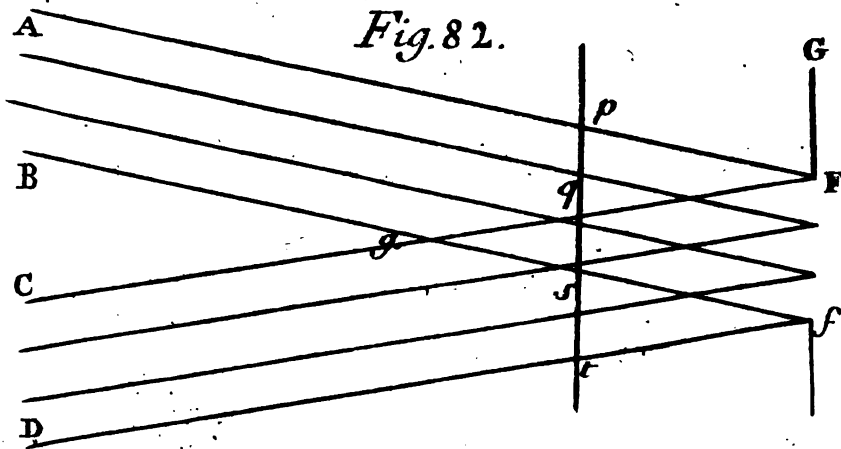
E e 3

inter-

Part II.
Sectio I.

intermediam superficiem BbC ; & inde per $BbdD$ prolapsa in papyrum ad γ collocatam, quam Albedine tingit, tanquam si non omnino transfret Prismata, sed vitrum parallelis planis AaC , & $BbdD$ terminatum. Præterea, cum intermedia superficies BbC Lucem ei incidentem non omnem transmittat ad γ , sed multam reflectat, quæ aliquò exhibit è Prismate ABC per superficiem ejus $AaBb$, puta, versùs π . Ad illud π statuatur alia papyrus, quæ Lucem hanc similiter albicantem terminet; quod ubi feceris, converte Prisma quadrangulare, (ex duobus triangularibus colligatis confectum,) motu lento circa axem ejus, secundum ordinem litterarum $ABDCA$, tandèmq; videbis, quòd Albedo ad π ac γ degenerabit in Colores, Flavedine primò, deinde Rubedine ad γ conspectà, cæruleo autem Colore ad π , donec, post intensissimam Rubedinem ad γ , Color & Lux omnis evanescat inde, & cæruleus ad π iterum transformetur in Albedinem aliquantò lucidiorem, quàm antea. Utpote, dum Prismata circa communem axem, ut dictum est, convertantur, Radium in mediam superficiem BbC , (hoc est, in laminam aeris Prismatibus interjectam,) prolapsorum Incidentia continuò fit obliquior, donec tanta sit eorum obliquitas, ut nequeant ampliùs penetrare dictam laminam, progredique ad γ , sed abinde reflectantur ad π ; quod accidet, cum angulus FcC , (obliquitas incidentium,) sit graduum ferè quinquaginta. Radii autem purpuriformes, minimè omnium potentes penetrare dictam laminam aeream, reflectentur primò & Albedinem priùs reflexam ad π nonnihil tingent eorum Colore, dum, ex Radiis præterlabentibus ad γ , Flavedo imperfecta, aut potiùs Color inter flavum & viridem mediocris componitur. Postea cæruleus, & viridis deinde reflexus, paulò magis tinget Lucem in π cum Colore cæruleo, (licèt admodum diluto propter exuberantiam Albedinis commixtæ,) manebitque Rubor in γ , qui mox per Flavedinis hætenus commixtæ Reflectionem fiet intensior, donec ipse etiam, denuo reflexus, Albedinem in π redintegret.

Ceterùm, ut hoc specimen evadat illustratius, sumatur aliud Prisma GHI , quod à posticâ parte Prismatum $ABCD$ ita collocetur,





cetur, ut Lucem $Oe\gamma$ per ea transmissam refringat versus PT , & in Colores permutet; violaceo in P , rubeo in T , ceterisque in intermedia loca projectis. Tum, Prismata colligata circa communem axem, (ut prius,) rotentur, donec Lux alba versus γ transmissa incipiat flavescere; & videbis, quod Color purpureus in P simul evanescet. Id, quod arguit purpuriformes Radios, non amplius ad Prisma GHI pertingere, sed à superficie CBb primò omnium ad π reflecti; & Lucem $e\gamma$ ideo flavescere, quod Purpura è misturâ tollitur, quâ prius Albedinem exhibuit. Ad eundem modum, si Prismata $ABCD$ diutius rotentur, videbis reliquos Colores à π ad γ successivè disparere, prout Lux $e\gamma$ plùs plùsque rubescit; &, cùm sit ruberrimma, tum solam Rubedinem in γ manere: quod manifestò convincit hanc Lucem $e\gamma$ non aliunde rubescere, quàm quod à Radiis aliorum Colorum, per superficiem CBb reflexis, fecernitur.

Simili ratione, si, cum Prismate quarto KLM refringas Radios ad π reflexos, & Colores eo pacto productos & in album parietem projectos, duodecim pedes, aut longius distantem, animadvertas, videbis, quod, cùm Lux $e\gamma$ incipit viride-flavescere, Purpura p , quam Prisma hoc elicit è Luce $e\pi$, plusquam ceteri Colores augebitur, per accessum nempe Purpuræ, quæ tum in P disparuit; ceterisque deinde Coloribus in $p\pi$ gradatim fiet accessus, prout à PT disparent, donec, cùm omnis Color à PT disparuit, Colores ad $p\pi$ non amplius augeantur; hoc autem discrimine, quod violaceus, & cæruleus, ad $p\pi$ augmentum suum omne paulò citiùs obtinent, quàm rubeus, aut flavus; sed hoc tam exile est, ut observator, nisi sit attentus, ægrè advertat.

Ut istis denique finem imponamus, lubet alium adducere modum, quo quædam genera Radiorum, Luce Solis intermissa, partim transmitti possint, dum alia reflectuntur. Nempe si duas lamine vitreas CB , (*Fig. 89*,) planè perpolitæ & ad invicem applicatas, secundùm planitiem earum connectas, easque vasi RQ aquæ pleno immergas, extremitate superficierum juxta positarum undique cerâ, vel pice, prius obturatâ, ut aqua non interreat & expellat aerem, qui, more laminæ tenuissimæ, ut dictum est, inter-

inter-

Pars II.
Sectio I.

interjacebit vitris; si hæc, inquam, fiant, possis efficere dictorum vitrorum talem esse situm, ut, (illucente Sole,) aer interjectus cæruliformes Radios reflectat versùs *p*, & transmittat rubriformes versùs *z*, atque alias omnes apparentias modò recensitas exhibeat.

Ceterùm de hisce modis experiendi notandum venit, primò, quòd Colores hìc producuntur à parallelis superficiebus, quarum aliquæ recurvant Radios, quantum aliæ incurvant; atque adeò, quæ mutuos effectus destruerent, si quos in immutandis intrinsecis dispositionibus Radium, quoad eorum Colores, ut opinantur Philosophi, producerent. Deinde, quòd Lux, postquam per istas superficies trajiciatur, licet alba sit, manifestò tamen constet ex heterogeneis Radiis; quandoquidem, eorum aliqua genera penitus reflecti possunt ad *p*, dum alia ad *z* partim trajiciantur. Et eadem ratione constat reflexam Albedinem similiter compositam esse, siquidem, (ut dixi,) redintegrata est, cum Rubor omnium ultimus reflectitur à *z*; & hæc ex eo etiamnum summè confirmantur, quòd à solâ vitrorum obliquitate sine aliquâ Refractionis, vel Reflexionis novâ modificatione, efficiuntur.

Lux itaque, quamvis uniformis esset, quæ à Sole immediatè profluit, postquam tamen unquam reflexa vel refracta fuit, constat ex heterogeneis Radiis. Et ejusmodi est ea Lux omnis, quæ per vitreas fenestras trajicitur, vel quam Planetæ, nubes, &c. ad nos reflectunt. Imò Lux omnis à Sole, aut lucernis quibuscvis, derivata, siquidem aliqualem saltém Refractionem ab Atmosphærâ, (ut dicunt Astronomi,) patitur; ut taceam, quæ in objectis, denuòque in Oculi tunicis, ante visionis actionem impressam, fiunt. Jam, si nihil aliud ostenderam, fuisset aliquod prodiisse tenus; siquidem omnia visibilium phænomena nobis per ejusmodi Lucem exhibentur. Atqui, cum Solis Lux immediata albere censeatur, & ille Colôr non sit ex primitivis, sed per misturam generari ostendatur; & cum nullum inter Lucem originalem, & illam, quæ à diversicoloribus Radiis componitur, sensibile discrimen intercedat, haud dubitandum est, quin utraque sit ejusdem naturæ. Imò verò certissimum est, siquidem (in Prop. II. *) ostenditur, quòd inhærentes dispositiones, vel formæ Radium, quibus apti

* Pag 193. Hujus.

sunt

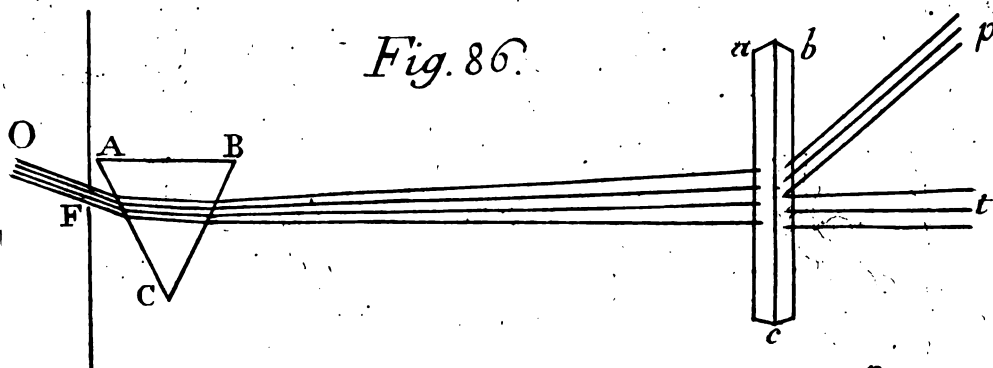


Fig. 86.

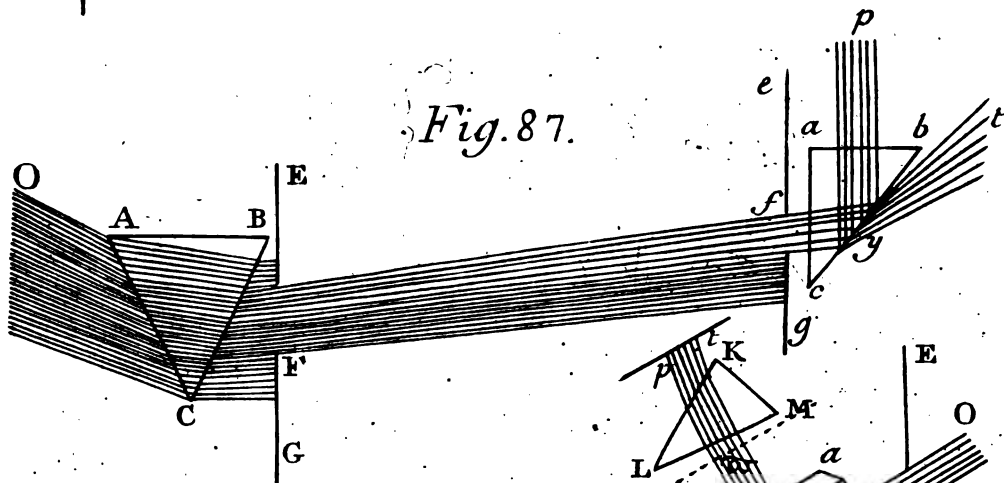


Fig. 87.

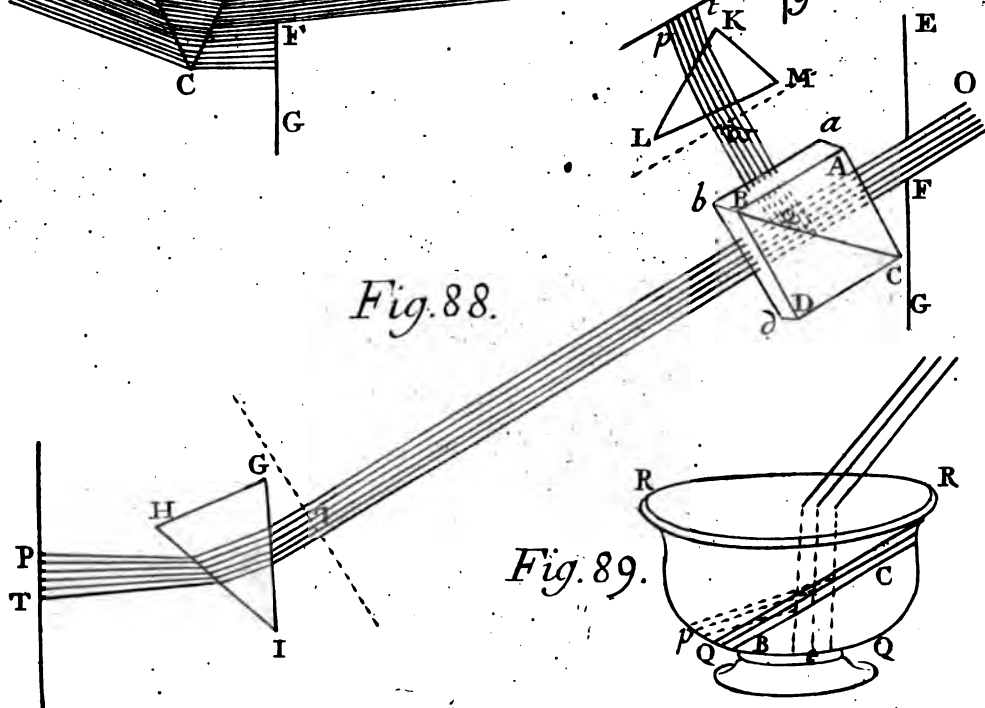
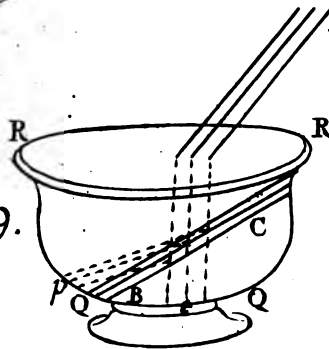
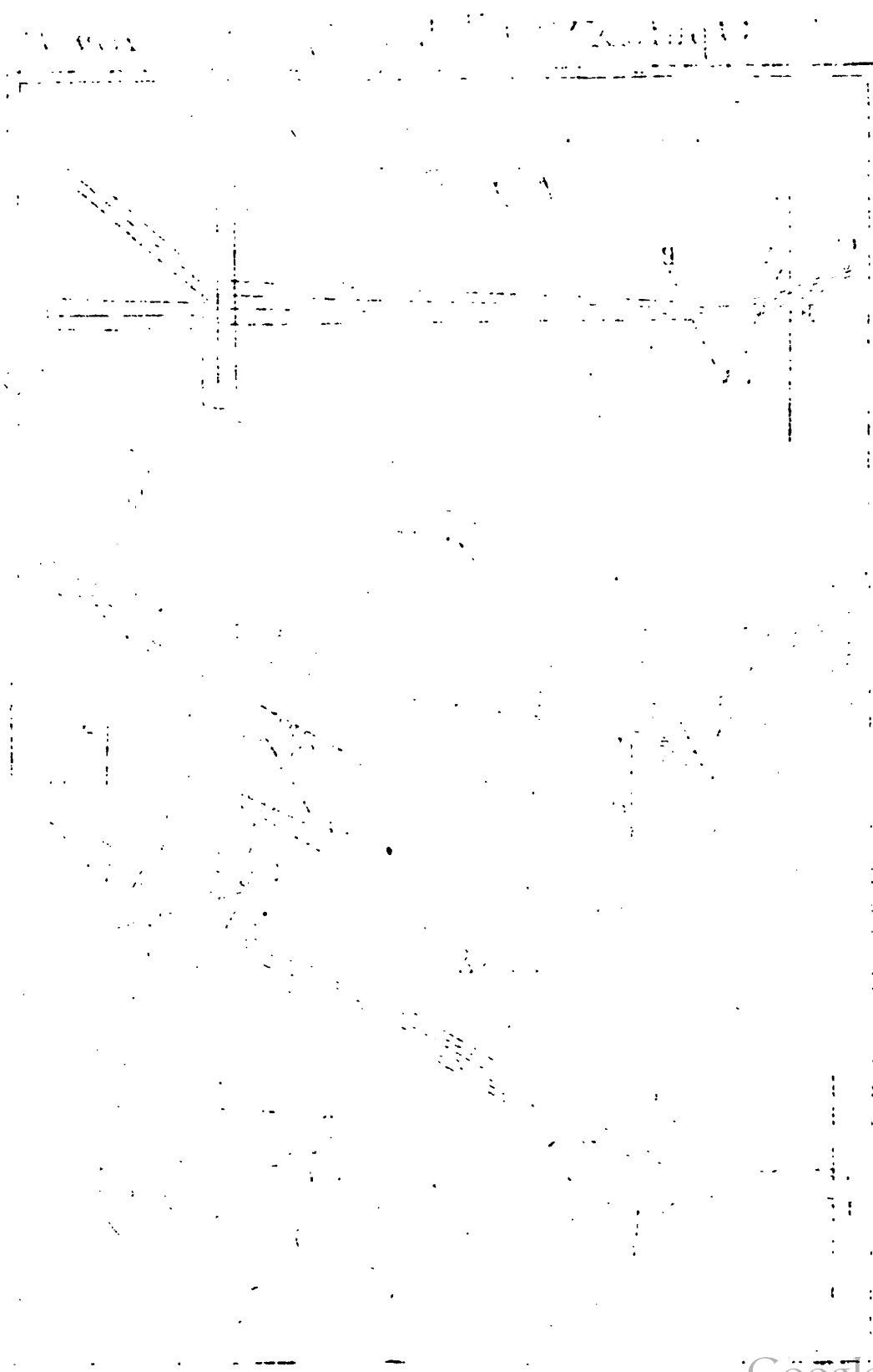


Fig. 88.





sunt ad proprios Colores exhibendos, nec destrui possunt, nec ullo modo, vi secundariæ Refractionis, mutari. Et par est ratio de Refractione primariâ. Concludendum est itaque, quòd istæ dispositiones sunt insitæ Radiis ab eorum origine, quamvis proprios Colores, antequam heterogenei ab invicem, virtute Refractionis, secernantur, exhibere nequeant.

De Radiis
Lucis
Coloribus.

Ceterum de eo, quòd dixi, Lucis Colorem album esse, & tamen Sol aliquantulum flavescere videtur, notandum est, quòd cæruliformes Radii ab Atmosphærâ præ ceteris conturbantur, (ut cæruleus ejus Color innuit,) & inde, quòd è directis solaribus Radiis flaviformes prævalere solent, & efficere, ut Sol flavescat, qui secus fortasse appareret albus. Et ad hunc effectum Atmosphæra, circa Solem fortè conglobata, potest etiam conducere. At non eo inficias, quin aliquod Radiorum genus in originali Luce læpissime redundet, quandoquidem flammarum & syderum diversi sunt Colores.

De Lucis & Albedinis compositione hæc satis. Quòd autem Nigredo ex omnibus Coloribus similiter composita sit, & in solo Lucis defectu ab Albedine differat, ex eo manifestum est, quòd nigrorum, in Radiis solaribus intra cubiculum (aliàs obtenebratum) intromissis, positorum termini omnigenis Coloribus tincti apparent, si Prismate juxta Oculum interposito inspiciantur; quòd singulos Prismatis Colores seorsim incidentes pari intentione reflectant, idque longè debiliori, quàm alba corpora; & quòd alba, defectu Lucis, nigrescere videantur, ita ut corpus, (quòd revera album est,) in debiliori Luce nigrius apparere possit.

Denique de cinereis, ceterisque non primitivis Coloribus Propositio manifesta est; siquidem cinereos ex albo, & nigro; ceterosque omnes ex rubro, flavo, & cæruleo componere norunt Pictores.

P R O P. IV.

Primitivi Colores per compositionem Colorum sibi met utrinque confinium exhiberi possunt.

Hoc variis modis, (perinde ut in Albedinis compositione, sistendo aliquos è Coloribus antequam compositionem ingrediantur,)

Is. Newtoni Opuscula. Tom. II.

F f ten-

Part II.
Sectio I.

tentari potest; & ipse aliquos expertus sum, quibus constitit luteum à croceo, & subflavo; porraceum à subflavo, & thalassino, (vel etiam, minùs perfectè, à luteo, & cyaneo;) & cyaneum à thalassino, & indico; aliòsque omnes Colores à Coloribus hinc & inde conterminis componi posse. Quinetiam, indicus, cum rubei extremitate contemperatus, purpurascebat; & minius cum extremâ Purpurâ paululùm conspersus, coccineus evasit; tanquam, si inter Colorum extremitates intercederet affinitas, qualis est in Sonis inter octavæ terminos.

Iidem Colores à Coloratis pulveribus componi possunt, sed minùs perfectè, ut opinor, propterea quòd ipsi componentes ex aliis Coloribus, (quorum aliqui sunt dissimiliores,) componuntur.

Ceterùm, ne nimius hìc sim, breviter dicam, quo pacto prismatici Colores in hos effectus producendos optimè misceri possunt. Nempe, Prisma GDE, (Fig. 90.,) ex pellucidissimis & perpolitis lamellis vitreis in vasculum aquæ plenum coaptatis, efficiatur, quo Radium, in Colores per divergentiam discretorum, duo quælibet genera, juxta diversos angulos D, & E, fat acutos & æquales transmissa, ad invicem versùs H cogantur.

P R O P. V.

Corporum naturalium Colores è genere Radium derivantur, quos maxime reflectunt.

Hoc è præmonstratis tantâ necessitate & evidentiâ consequitur, ut supervacaneum esse videatur me aliquid de industriâ hìc in probationem ejus moliri. Utpotè, cùm ostensum sit, quòd nullius generis uniformiùm Radium Color per Reflexionem à corpore physico mutari possit, sed unumquodque Colore Radium tinctum appareat, quibuscum illuminatur: Si corpus cujuscunque subdialis Coloris à Solis rubriformibus Radiis in tenebroso cubiculo illuminetur, rubescit; si flaviformibus illuminetur, flavescit; si viridiformibus, virescit; & sic præterea.

Sed in hujus rei majorem evidentiâ observandum est insuper quòd unumquodque corpus, proprium Colorem præ ceteris seorsum incidentibus, copiosè reflectit. Sic, cinnabaris in Luce rubeâ

rubeâ maximè resplendet; in viridi, minùs; & adhuc minùs in cæruleâ. Sic, indicum in violaceâ & cæruleâ Luce maximè resplendet, & splendor ejus gradatim diminuitur, pro utin rubeam Lucem per gradus intermedios continuò transfertur. Sic, porrus Lucem viridem, plusquam rubeam aut purpuream, reflectere conspicitur; & sic in aliis. Et, quò corpora sub dio sunt intensiorum & magis specificorum Colorum, eò minùs in alienâ Luce resplendent.

De Radiorum
Lucis
Coloribus.

Quamobrem, ut hæc faciliùs & magis cum evidentia pertinetes, corpora seligere oportet intensis Coloribus, &, quàm poteris, maximè simplicibus prædita; id, quod cognosces, si, Prismatico adhibito, seligas, quæ, ad extremitates Nigredini conterminas, distinctiora apparent & minùs variegata. Præterea, Colores Prismatum, quos in hæc corpora projicis, debent esse ab invicem, per plures Refractiones, optimè discreti. Nam, si Colores per unci tantum Prismatis, juxta Lucis ingressum positi, Refractionem secernantur, non Color Lucis incidentis, sed alius quidem, inter corporis in aprico conspecti & Lucis hujus incidentis Colorem intermedius, generabitur. Quemadmodum, si hujusmodi Lux flava in cæruleum Corpus incidat, corpus illud non flavescet, sed virebit potius; propterea quòd plures è viridiformibus Radiis, in hac flavâ Luce latitantibus, quàm è flaviformibus reflectere aptum sit; & sic, rubeum corpus in viridi Luce flavescere potest, & in cæruleâ Luce virefcere, si modò Lux illa ab aliis commistis Coloribus non bene purgetur. Et, ob hanc causam, summè cavendum est in faciendis hisce experimentis, ut cubiculum fiat obscurissimum, ne Lux erratica cum prismatice Colore commisceatur.

Denique quò Coloris cujusvis, à corporibus sub dio diversè coloratis reflexi, quantitas innotescat meliùs, corpora illa in eadem Lucis qualibet specie juxta posita confer, & videbis unumquodque in Luce proprii Coloris præ ceteris resplendere. Sic, indicum in cæruleâ, vel purpureâ, Luce plusquam cinnabaris resplendet; & minius in rubeâ. Aut, si fortè, (propter alterutrius Coloris imperfectionem & obscuritatem,) ambo æqualiter in Luce violaceâ

Part II.
Sectio I.

laceâ resplendere contingat, tum in rubeâ Luce cinnabaris fiet longè illustrior, aut, contra, longè debilior in Luce violaceâ, si æqualiter resplendeant in rubeâ. Cinnabaris itaque plures è rubriformibus, quàm aliis quibuscumque Radiis, reflectit, & proinde rubet. Indicum verò plures è cæruliformibus & purpuriformibus reflectit, & proinde fit intermediæ Coloris. Et ad eundem modum, si in albis corporibus fiat experimentum, constabit, quòd omni-genos reflectant æqualiter; & sic in aliis.

Antequam huic de Coloribus physicorum corporum Propositioni finem impono, placet annotare de quibusdam apparentiis quantâ necessitate consequuntur è nostris principiis, quæ aliàs miræ viderentur & explicatu difficillimæ. Et imprimis; quia corpora evadunt colorata reflectendo quædam genera Radium, & intromittendo cetera, si aliquatenus transpareant; concludendum esse videtur, quòd Colores maximè transmittantur, qui minimè reflectuntur; & inde, quòd alius sit eorum Color, cum transpiciuntur, atque alius cum cernuntur Luce reflexâ. Et hoc, quàm bene convenit cum experienciâ, videre est in libro M. BOYLEI de Coloribus conscripto. Scilicet, infusio ligni nephritici, quando diversâ Luce transpicitur, rubea, vel flava, appareat; & cærulea, cum cernitur ad plagas Lucis incidentis. E contra verò, aurum foliatum apparet flavum, & transparet cæruleum. Sic, vitri fragmenta per totam profunditatem colorata, qualia in antiquis templorum fenestris reperiuntur, varios plerumque Colores, pro positione Spectatoris, exhibent. Et crassiorum laminarum vitri pellucidissimi, (qualia ad fabricanda Telescopia adhibentur,) cum obversas oras aspexi, cæruleum vidi reflexum; & flavum transmissum, cum perspexi: Cæruleus autem maximè apparuit, cum illustrabatur jubare in obscuratum cubiculum immisso, & à Lente concavâ distracto, ne nimîa Luce Color perfunderetur. Neque ullus dubito, quin plurima existant hujus rei exempla, si quis operæ pretium duxerit in variis liquoribus, aliisque corporibus transparenter coloratis, examen instituere, interea cavendo, ne Lux è pluribus plagis simul incidat.

Quòd autem isthoc non semper eveniat, (quemadmodum in eadem

eâdem infusione ligni nephritici, cùm cæruleus Color salibus acidis destruitur, & in aliis plerisque, quæ undique sunt ejusdem Coloris,) ratio est, quòd corporibus non solum insit potestas reflectendi, vel transmittendi, Radios, sed etiam suffocandi & in se terminandi. Sic, aliqua obstruunt & retinent omnigenos Radios, eoque pacto fiunt undique nigra; alia reflectunt quosdam, ceterosque supprimunt, ut opaca colorata; alia quosdam supprimunt, ceterosque partim reflectunt & partim transmittunt, ut transparenter colorata, quæ circumcirca ejusdem sunt Coloris; & alia quosdam reflectunt, ceterosque transmittunt, ut in exemplis jam allatis constitit. Atque ita præterea.

Porro, quòd liquoris colorati varia crassities aliquando speciem Coloris variare potest, cum nostris principiis quamoptimè consentit. Sic, infusio ligni nephritici, pro variâ ejus crassitie, vel flavum, vel rubeum Colorem referre potest. Cujus rei rationem ut intelligas, concipe, quòd liquor ille sit aptissimus ad reflectendum purpuriformes & cæruliformes Radios, ineptissimus ad reflectendum rubriformes, & mediocriter aptus ad reflectendum mediocres; &, (in *Fig. 91.*,) posito ABC vitro coniformi hujus TAB. XX. infusionis pleno, sit FI crassities ejus cum aureo Colore splendentis; EH major crassities, ubi incipit rubescere; ac DG crassities, ubi fit intensioris & subobscuri Ruboris. Et, (cùm cæruliformes & purpuriformes Radii citissimè reflectantur, ut ex eo patet, quòd unius tantum guttulæ crassities ad eos Colores reflectendos & Spectantibus exhibendos sufficit,) ex illis paucissimi penetrabunt ad profunditatem FI, sed plurimi viridiformes, & adhuc plures flaviformes unâ cum rubriformibus trajicientur, ex quâ misturâ fiet iste Color aureus. At, per profunditatem EH pauci è flaviformibus transibunt, & pauciores è viridiformibus; ac soli ferè rubriformes ad usque profunditatem DG pervadere valebunt; quinimo ex illis etiam complures in itinere reflectentur; & inde Rubor trajectus subobscurus evadet.

Ad eundem ferè modum, cùm Lux per plura corpora diversis Coloribus pellucidè tincta trajicitur, Color ille ex adverso videbitur, qui facillimè pertransit omnia. Quòd si nullus potest

Part II.
Sectio I.

omnia pertransire, utcumque seorsim pellucida existunt, conjunctim tamen evadent maximè opaca. Quemadmodum, si lamina AB transmittat solos rubriformes; & CD solos cæruliformes; cùm juxta ponuntur, transmittent nullos. Cujus quidem rei exemplum habes in *Micrographiâ* Mri. HOOKII de cæruleo & rubeo liquore, qui seorsim apparuere, & conjunctim fuere opaci.

Denique huc referri potest, quòd, cùm aliquis è Coloribus prismaticis per corpus transparenter coloratum trajicitur, intermedius Color emergit. Sic, Viriditate, v. g., in vitrum transparenter rubeum incidente, flaviformes Radii, qui in illâ Viriditate commisti latent, præ ceteris, vitrum fortasse pervadent, efficiëntque, ut Lux emergens flavescat.

Sed videor officii limites excessisse, in campum physicum nimis expatiatus. Visum quidem fuerat hæc attigisse, ut universa rerum consensio pateret; sed sisto gradum, ac tandem, coronidis loco, instrumentum quoddam haud inelegans describam, quo præfata omnia summâ cum evidentiâ tentari possunt.

TAB. XX.

Sit ABC *abc*, (Fig. 92,) Prisma, quod Radios, per foramen F in obscuratum cubiculum transmissos, refringat versùs Lentem MN, ut Colores, quos efficit in *p, q, r, s, t*, per Lentem deinde transjiciantur ad X, & ibidem commisceantur in Albedinem componendam, sicut in præcedentibus ostendi. Deinde aliud Prisma DEG *ged*, priori parallelum, ad locum X, ubi Albedo redintegrata est, statuatur, quod Lucem versùs Y refringat. Hujus autem Prismatis verticalis angulus Gg sit æqualis angulo verticali Cc Prismatis anterioris, aut eo fortè minor, & similiter positus, ut incidentes Radios in parallelisimum reducat, quos Prisma antèius disperfit.

His positis, observabis, an Lux Y, (pedes aliquot distans trajecta,) æquè alba maneat, ac fuerit in X, vel sensim abeat in Colores. Si penitus appareat alba, tunc Prismata cum Lente rectè disposuisti; sin aliqui Colores ad Y cernantur, Prisma DEG circa suum axem eo modo parùm converti debet, ut Colores minuantur; & cùm penitus evanuerit, & Lux in totum albescit, siste Prisma. Quod si nequeas hoc modo efficere, quin Lux, inter tran-

transeundum ab X ad Y, ex aliquâ suâ parte transmigret in Co-
lores, Lentem MN paulò longiùs à Prismate ABC transfer; & De Radio-
rum Lucis
Coloribus.
loco X rursus invento, ubi Colores in Albedinem accuratissimè
convergent, in eo statue Prisma DEG, ut priùs; & rursus ex-
perire, an possis Lucem sine Coloribus ad Y projicere; & cum
eò usque mutaveris positiones Prismatum & Lentis, dum effece-
ris Lucem ad Y trajectam, quàmminimè possis, coloratam, Pris-
mata cum Lente in eo situ figantur, idque, vel ope trabis, ut
in schemate describitur, vel tubi, aut instrumenti cujusvis in eum
finem fabricati.

Cùm habeas hanc machinam è Prismatibus & Lente, ut di-
ctum est, compositam; ope Lucis per eam transmissæ cuncta pos-
sis experiri, quæ hætenus fuerunt tradita. Hæc enim Lux XY
jubari à Sole directo persimilis est, & easdem omnes apparentias
exhibet, ac si à foramine F rectâ promanasset, nullam omnino
Refractionem passâ, adeoque ejusdem esse constitutionis faciliè cre-
damus. Et tamen, cùm in suâ principia componentia, hoc est,
in Radios diversorum generum, apud Lentem MN discreta fue-
rit, facile erit modos examini subicere, quibus posthac in Colo-
res converti potest, idque tantum sistendo hoc, vel illud Radio-
rum genus apud MN, ut constitutio Lucis XY, quoad ejus con-
versionem in Colores, pateat.

Quemadmodum, si desideretur, ut sensui planissimè pateat,
quòd Prisma convertit Lucem in Colores, non transmutando pro-
prietates ejus intrinsecas, sed segregando tantùm Radios, ad ex-
citandum varia Colorum phantasmata dispositos, ex quibus Lux
omnis albens constituitur. Nihil aliud agendum est, quàm ut Pris-
ma aliquod HIK ita statuatur, ut Lucem XY excipiat, & re-
fringendo transmutet in Colores P, Q, R, S, T in papyrum ali-
quam procidentes. Deinde, si Colorem quemlibet apud Lentem
MN interposito obstaculo sistas, videbis eundem Colorem à pa-
pyro LV deficere. Sic, Purpuram *p* obstruendo, disparebit Pur-
pura P, ceteris Coloribus non omnino mutatis; (dempto fortè
cæruleo, quatenus aliquid Purpuræ commixtum habeat.) Sic, vi-
ridem *r* intercipiendo, viridis R evanescet; & sic de aliis. Atque
ita

Part II.
Seçtio I.

ita videre est, quòd iidem Colores apud papyrum LV, & apud Lentem MN pertinent ad eosdem Radios, iisque non communicantur à Refractione Prismatis HIK; siquidem præexistebant, segregati quidem ad Lentem MN, & congregati in Luce XY.

Ad eundem modum, si cupias experimenta penitus rimari, quibus aliqua genera Radiorum omninò reflecti possint, dum alia, (licèt similiter incidentia,) partim transmittantur; Prisma HIK circa axem ejus converte, donec altera pars Colorum, (violacea nempe, & cærulea,) postquam obliquissimè refracta fuerit versùs LV, abinde penitus dispareat versùs π deflexa; parte tamen alterà ad LV pervadente. Deinde, si dimidium Colorum, Rubedinem versùs, intercipias ad MN, Rubor & flavus disparebunt ad LV, & Lux ad π reflexa fiet admodum cærulea. Sin alterum dimidium, Purpuram versùs, intercipias, Rubor apud LV non mutabitur, sed Lux in π , (propter ablatum purpureum, & cæruleum,) flavescet, aut rubescet. Id, quod indicat purpuriformia, & cæruliformia, Radiorum genera penitus ad π reflecti, dum cetera partim refranguntur ad LV. Præterea, si corpus aliquod coloratum, v. g., cinnabaris, hac Luce XY illuminetur, sub proprio Colore perinde apparebit, quasi in Luce subdiali constitutum aspiceres. Quòd si cæruliformes & viridiformes Radios juxta Lentem prælapsuros intercipias, Rubor ejus intendetur: At, cùm rubriformes Radios intercipis, cinnabaris non ampliùs rubebit, sed Flavedinem, aut Viriditatem, aliumve quemvis Colorem, pro specie Radiorum, quos prætermittis, induet. Nec secus alia Colorum phænomena, quæ Prismata ab immediatà Solis Luce eliciunt, ope Lucis hujus XY, poteris experiri, & intercipiendo quodvis Radiorum genus apud MN, eorum causas intueri.

Si quis autem velit instrumentum, quale jam descripsimus, ad experimenta hujusmodi instituenda conficere, Lentem adhibeat latam tres digitos, & ampliùs, quæ Radios parallelos ad focum duos pedes, circiter, distantem congregat; atque ita Prismata distabunt octo pedibus, & conficient instrumentum satis magnum, quo omnia strictiùs examini subjiciantur. Quod ad positionem Lentis attinet, si Prismatum anguli verticales ACB, & DGE, sunt

sunt æquales, puta 60, vel 70, graduum, ipsa æqualiter ab utrisque distabit. Sin alter angulus sit major altero, Lens illi Prismati vicinior collocetur, cujus angulus verticalis existit major. Et nota, quòd jubar XY per spatium eò latius diffunditur, quòd Lens statuitur anteriori Prismati ABC vicinior. Atque adeò, siquando opus sit amplo jubare, debes tantum efficere, ut Lens sit aliquantò vicinior anteriori Prismati, quàm posteriori, & adhibere Prisma posterius, cujus angulus verticalis sit tanto ferè minor, quàm angulus verticalis anterioris. Denique, si velis, ut Colores in Lentem illam procidentes sint magis directi & ab invicem distracti, quàm more jam descripto contingat, eà nempe de causà, ut singula Radiorum genera pro lubitu distinctius, sive magis sejunctim intercipientur; (id, quod in experimentis nonnullis necessarium duco;) nihil aliud agendum est, quàm ut Lux per duo parva foramina F, & f, ab invicem longè distantia, prius trajiciatur, quàm incidat in Prismata; vel, ut alia Lens non procul ab interiori Prismate collocetur, quæ apta sit, ut Lucem, à longinquo foramine F divergentem, congreget ad alteram subsequenter Lentem MN. Ceterum, hoc instrumentum sic rectè disponere invenio molestissimum esse, ut & effectus ejus haud ita distinctos & sensui patentes ac in præcedentibus, ubi per pauciores Refractiones & majora vitrorum intervalla ostendebantur. Et eapropter Auditores imprimis illa simpliciora & faciliora experimenta examini consultius subjicient.

De Radiorum
Lucis
Coloribus,



PARS SECUNDA.

SECTIO SECUNDA.

De variis Colorum Phænomenis.

De Phænomenis Lucis per Prisma ad parietem trajectæ.

Hucusque fundamenta struxi, quibus Colorum quocunque modo effectuum phænomena explicari possunt; effectuum verò, quos supra minùs attigi, jam causas particulares & immediatas, non Geometrarum, (quibus, scio, supervacaneum videatur,) sed aliorum gratià, sigillatim describam. Malo enim hìc aliqua, quæ plerisque superflua fortasse videbuntur, interferere, quàm quicquam alicujus momenti omittere, quod incautis & præjudicio laborantibus difficultatem subministrare possit.

Et imprimis, circa Prismatis vulgo notos effectus, (quorum causam abunde satis retexi,) circumstantiæ nonnullæ supersunt explicandæ: utpote, cur primitivi Colores non omnes eliciuntur, cum Lux, (cujus Radios ab origine heterogeneos Prisma per inæquales Refractiones dispergit) non transit per angustum foramen, sicut passim in præcedentibus supposui, sed ex unicâ tantum parte
 TAB. XX. limitatur. Verbi gratià, si corpus aliquod opacum FG (*Fig. 93.*) Soli interponatur & Prismati, juxta basem ejus AB, quod umbram projiciat in MP, Colores efficiat in spatio PT, & Lucem permittat in ipsum NT influere; in PT, confinio Lucis & umbræ, nulli Colores generabuntur præter purpureum & cæruleum cum variis eorum gradibus. Et ratio est, quòd ex Radiis omnium formarum, qui transeunt per extremitatem dicti corporis opaci FG, soli purpuriformes, propter maximam eorum Refractionem, possunt ad P usque deflecti, unde Color purpureus ibi conspicitur. Deinde cæruliformes, cum paulò minùs refrangibiles existant, in-
 cident

cident in totum spatium N Q, non potentes ulteriùs versùs M deflecti, quàm ad Q. Atque ita duæ Radiorum species, eæque solæ, incident in Q, & Colorem ex purpureo & cæruleo compositum exhibebunt. Præterea, viridiformes, minùs adhuc refrangibiles, in spatio NR non ultra extendentur, quàm ad R. Flaviformes autem terminabuntur in S. Quare tres tantùm species Colorum miscebuntur ad R, & Color ex iis omnibus, (nempe ex purpureo, cæruleo, & viridi,) generabitur. At, cùm purpureus & viridis commixti producant cæruleum, (ut facile est ex antedictis experiri,) liquet Colorem ad R non fore alium, quàm cæruleum. Denique, cùm Radii rubriformes minimè omnium refringantur, ut in spatium NT incidentes non magis deflectantur versùs M, quàm ad T, liquet, quòd in dicto spatio NT fiet mixtura Colorum omnium, & proinde albescet; sed in ipso S, (ubi Color omnis, dempto rubeo, miscetur,) cæruleus ad Viriditatem nonnihil vergens apparebit; sed maximè dilutus, propterea quòd solus Rubor ex Albedinis compositione desit.

Porro, si corpus opacum *fg* Soli interponatur & Prismati juxta verticem ejus C, sicut videre est in *Schemate* 94., inter obscuratum spatium NT, & lucidum PM, cernes alios duos Colores, rubeum in T, & flavum in R; idque, propter jam dictas rationes. Quippe Radii, prout apti sunt ad hos ordine Colores (rubeum, flavum, viridem, cæruleum, & violaceum,) generandos, intenduntur per spatia MT, MS, MR, MQ, & MP; cùm soli rubriformes extenduntur usque ad T, ceteris, propter majorem Refractionem, citiùs terminatis, necesse est, ut ille Color in T sit rubeus. Item, cùm tria Radiorum genera in R incidunt, Color ex istis (nempe rubeo, flavo, & viridi,) compositus ibidem cernetur. Rubeus autem & viridis flavum constituunt, atque adeò flavus apparebit in R. Præterea, cùm omnium formarum Radii misceantur in P, & postea perpetuò versùs M, spatium illud PM apparebit album. Nec secus constat, quòd citreus in S, & in Q flavus ad Viriditatem vergens apparebit, sed adeò dilutus tamen & cæruleo redundans, ut nomen Viriditatis non mereatur.

TAB. XXI.

G g 2

Tertiò,

Pars II.
 Sectio II.
 TAB. XXI.

Tertiò, si opaca duo corpora GF & gf, (Fig. 95.) Soli & Prismati interponantur, ut Radii inter utrumque, quasi per oblongam rimam Prismati parallelam, transeant, atque distantia Ff fit satis magna, pro utroque termino F, & f, generabuntur Colores; purpureus nempe ad P, & cæruleus ad R per terminum F; atque flavus ad r, & rubeus ad t, per terminum f, sicut modò explicatum fuit: Eritque Tp spatium album utrisque Coloribus interjectum. Jam, si obstacula GF, & gf, ad se invicem paululùm admoveantur, ut intermedium spatium Ff evadat angustius, isto pacto Spatium album quoque Tp fiet angustius, donec tandem evanescat & Colores utrinque coeant. Sin spatium Ff magis adhuc coarctetur, Viriditas in medio Colorum emerget vice Albedinis, quæ jam evanuit; quæ quidem Viriditas non antea apparuit, propter commisturam Radiorum heterogeneorum, quibus involuta latuit; jam verò, heterogeneis istis per obstacula duo sibi propiùs admota alternè interceptis, Viriditas ea paulatim detegitur, patet, & evadit perfectior, donec (cùm dictum Ff satis angustum est,) ab omni ferè mixturâ liberatur, & eruitur, propriæque specie non minùs, quàm ceteri Colores, elucet. Et hinc in transitu colligitur, quòd Viriditas inter Colores medietatem exactè obtinet, non magis ad rubeum vergens quàm ad violaceum, neque ad flavum quàm ad cæruleum; hoc est, in specie Coloris, & respectu multitudinis Radiorum ad Colores utrinque pertinentium. Nam, in gradu Refrangibilitatis, minùs differt à parte rubeâ, flavâque, & in aliâ quâdam proprietate, (cui jam explicandæ non est locus,) minùs differt à parte purpureâ & cæruleâ.

Præterea, cùm Albedo Tp, propter angustiam pervii spatii Ff incipit evanescere, Colores etiam contractiores paulatim apparebunt; ita ut, cùm istud Ff fit valde angustum, flavus ad rubeum, & cæruleus ad violaceum, quasi duplo vicinior evadat, quàm, cùm amplitudo ejus permittit Albedinem in medio Colorum produci; & ut quinque Colores, (Viriditate jam internatâ,) non occupent plus spatii, quàm eorum duo priùs occupavere. Cujus rei ratio ex schematum inspectione patebit animadvertenti, quòd flavus ad r, & cæruleus ad R, ex heterogeneis Radiis compositus,

Fig.90.

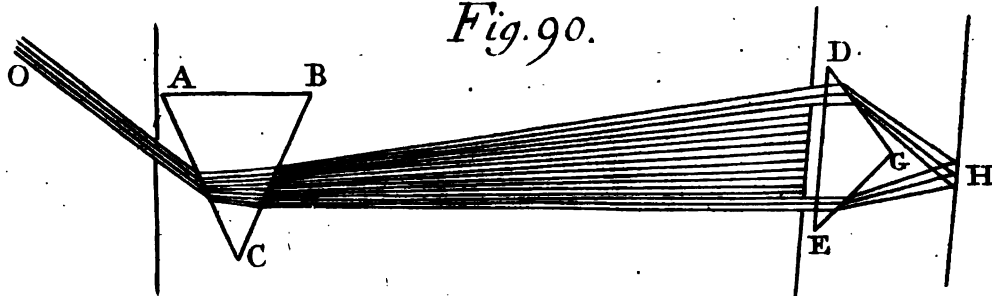


Fig.91.

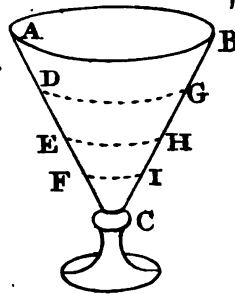


Fig.92.

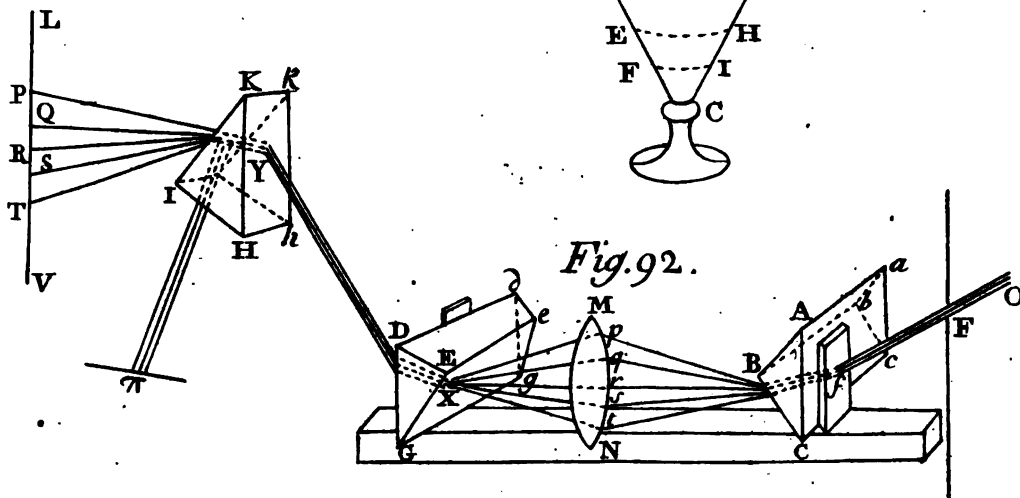
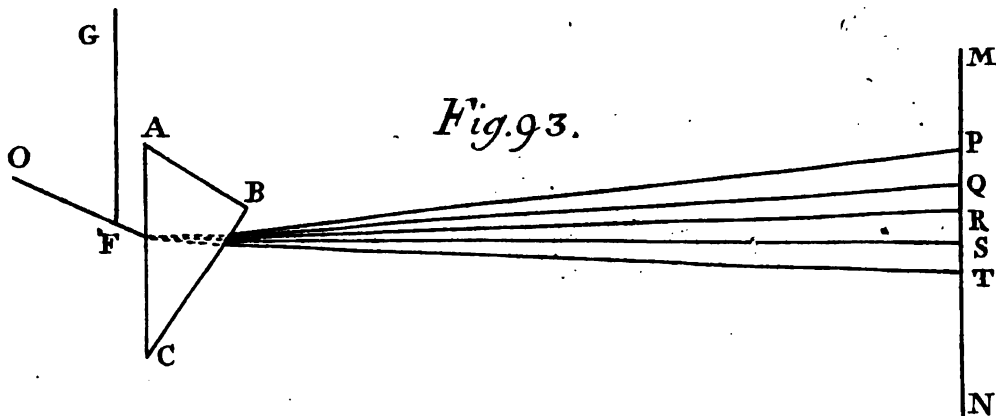


Fig.93.



tus, mutatur in ferè uniformem flavum ad loca S & s incidentem, & in ferè uniformem cæruleum ad loca Q & q similiter incidentem, heterogeneis Radiis è misturâ, per angustiam spatii Ff, magnâ ex parte sublatis.

De variis
Colorum
Phænomenis.

Quartò, si Lux terminetur obstaculo Gg, cujus extremitas perpendiculariter transversa est ad longitudinem Prismatis, Colores omnino nulli, virtute termini illius, generabuntur. Etenim, ponamus parallelos Radios OF, & Of, ceterosque, (Fig. 96.) juxta extremitatem dictam Gg in Prisma ABC prolapsos, ibidemque refractos esse ad PT, & pt, atque MN esse umbram ipsius Gg. Jam, licèt Radii purpuriformes FP, & fp magis refringantur quàm rubriformes FT, & ft, tamen, istâ Refractione secundum terminum umbræ factâ, ita ut ex dictis Radiis multi magis deflectant versùs umbram, quàm ceteri; palam est, quòd ubicunque purpuriformes incidunt, rubriformes etiam incident in eundem locum, & è contra. Quod idem de Radiis intermediis pari modo concipiatur. Et sic, Radiis omnium specierum ubique per extremitatem umbræ commixtis, umbra bene definiatur sine aliquo Colore, (præter album, vel fuscum ex Luce & umbrâ mixtis,) conspecto. Sed cavendum est, ne Colores, per limites Prismatis Aa vel Cc generati, habeantur pro generatis à limite Gg. Quamobrem Prismata, quæ ex vitro in totum fiunt, ad examen hujus & proximè præcedentis commodè instituendum, nimis sunt exigua; propterea quòd Colores, per extremitatem verticis & basis producti, interjectum spatium album haud relinquent satis amplum, in quo generatio Colorum prædictis modis probetur. Itaque, ut Prisma conficiatur ex vitris planis & bene politis, qualia ad Specula conspicienda adhibentur, moneo; quibus in morem cunei connexis, & in vasculum dein prismiforme completis, ut supra dictum, vasculum istud impleatur aquâ limpidissimâ & occludatur, & sic Prismata ad arbitrium ampla conficias.

Quintò, ut omnia jam uno comprehendam specimine, fit Gg (Fig. 97.) corpus opacum orbiculari foramine Ff unum, duosve, digitos lato pertusum, per quod Lux in Prisma trajiciatur; ubi cum refracta fuerit, projicitur in papyrum, vel quodvis al-

G g 3 bum

Part II.
Sectio II.

bum corpus MN, quasi semisse pedis à Prismate postpositum; & videbis illuminatum spatium PYTZ rotundum ad modum foraminis Ff, album in ejus medietate, & duabus semilunulis Colorum terminatum, purpureo & cæruleo ad P, flavo autem & rubeo ad T, qui Colores paulatim deficiunt versùs Y & Z, ubi nulli omnino conspiciuntur. Præterea, si papyrum ad majorem distantiam paulatim distuleris, velut ad *mn*; videbis Colores distendi & augeri, & intermediam Albedinem usque comminui, dum prorsus evanescat, totumque spatium Coloribus, rubeo, flavo, cæruleo, & purpureo, tinctum appareat; & papyrum longius differendo, Viriditas è medio emerget, & crescet, tum amplitudine spatii, tum perfectione speciei, totumque spatium coloratum distrahetur in oblongam formam. Quorum omnium rationes ex supradictis depromantur.

TAB.
XXII.

Ad hæc, si Lux obstaculo ad quamvis distantiam post Prisma collocato terminetur, consimilis erit Colorum generatio. Sit, v. g., obstaculum Gg (*Fig. 98.*) perforatum in F, & ad distantiam pedis unius, aut amplius, post Prisma ABC collocatum. Prisma autem satis amplum adhibeatur, (quale ex laminis vitreis, ut supra, possis efficere,) ne Lux omnis prius abeat in Colores, quàm attingat foramen F; & Lux illa, postquam transit per F, non secus convertetur in Colores apud P, Q, R, S, T, quàm contigit in præcedentibus. Scilicet, inspicienti schema patebit, quomodo Radii diversorum generum inæqualiter refracti convergant à diversis partibus Prismatis ad istud F, ubi, (ut & hinc inde versùs G & g,) componunt Albedinem; sed inibi decussantes divergunt postea, diversiq̃ue Colores in diversa spatia P, Q, R, S, T, tendunt. Et hinc, cum Radii repagulo quolibet H ex utravis parte Prismatis intercipiuntur, è Coloribus P, Q, R, S, T, aliqui tollentur. Si Radios nempe vertici C vicinos intercipias, tolles purpureum P; vel tolles rubeum T, si intercipias eos basi AB vicinos. Et sic de aliis; ita ut quoslibet pro arbitrio possis tollere, vel efficere, ut quilibet solus appareat.

Denique, si Lux ex unicâ tantum parte ponè Prisma limitetur, vel si duo statuantur limites, iique, vel ad eandem, vel ad oppo-

Fig. 94.

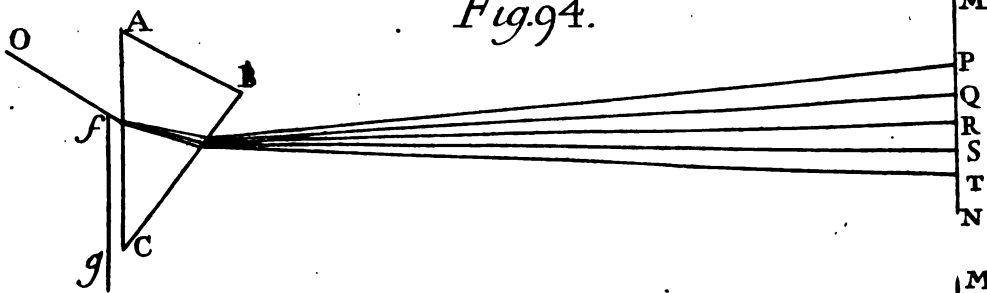


Fig. 95.

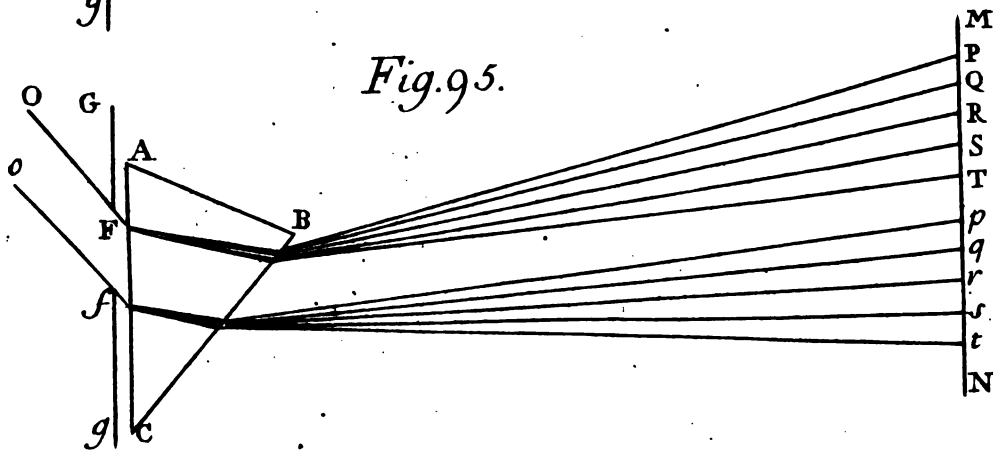


Fig. 96.

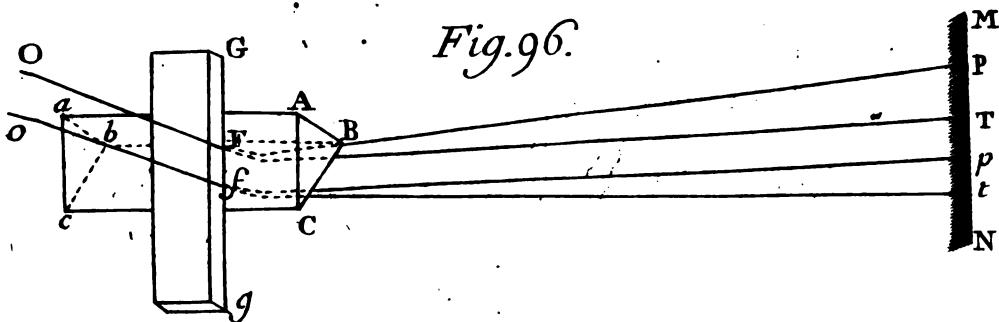
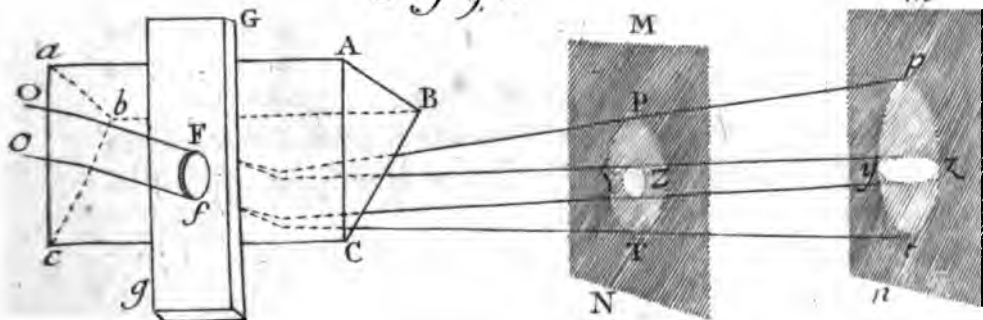


Fig. 97.



oppositas partes Prismatis, vel quocunque alio more Lux terminetur; modus, quo Colores exinde generantur, ex antedictis facile patebit, ut jacturam temporis fecero de hac re plura verba facturus. Quinetiam, si duo, vel plura, Prismata quocunque modo inter se disponantur, peritus Optices facile explorabit causam.

De variis
Colorum
Phænomenis.

Ceterum de modo tollendi quoslibet Colores in *Fig* 98. per interpositionem obstaculi *H* hinc obiter notandum venit, quantum ista circumstantia adversatur hypothesebus Philosophorum, quæ de Coloribus huc usque fuerunt excogitatæ. Ex illis enim positis, refracta Lux ad eas semper partes cum cæruleo & violaceo terminanda est, versùs quas fit Refractio; quandoquidem gyrationes globulorum, ex opinione *CARTESII*; vel partes anteriores pulsuum ætheris obliquè vibrantis, ex hypothesi *Mri. HOOKII*, per viciniam quiescentis medii ad eas semper partes impediuntur & hebescent. Et tamen hinc videre est, quòd admoto obstaculo *H*, ut Radios vertici Prismatis vicinos intercitat, possis violaceum & cæruleum tollere, & efficere, ut viridis, vel flavus, aut etiam ruber, ad eas partes maneat extimus, versùs quas Refractio peragitur. Nec hypothesis eorum tutior est, qui supponunt Colores ex Lucis & umbræ mixturâ generari; nam eadem videtur esse in eorum confinio mixtura, sive aliqui ex Radiis ante Refractionem limite *H* intercitantur, sive omnes per Prisma liberè transeant.

Hujusmodi etiam hypotheses ex aliis experimentis passim occurrentibus everti possent, modò id instituto meo necessarium ducerem. Quemadmodum ex illis, ubi Lucem partim reflecti posse, & partim transmitti, docebam: nam Lux transmissa dabat flavum rubeumque, idque in meditullio ejus, ubi à nullo quiescente medio, vel tenebris, terminabatur. Sic etiam maximè valet, quòd ostendi Colorem Lucis ex uniformibus Radiis constantis non posse per quaslibet Refractiones mutari. Ceterum non opus est, ut hypotheses refutem, quæ, ex inventâ tandem veritate, suâ sponte corrueant.

Phænomenis jam antè explicatis affinia sunt sequentia, quæ circa compositionem Albedinis versantur. Prismata duæ *ABC*, & *abc*, (*Fig* 99.,) quorum anguli verticales *ACB*, & *acb*, æquenter,

TAB.
XXII

Part II.
Sectio II.

tur, ita parallelis axibus dispone, ut alterius linea verticalis AC cum b , extremitate basis alterius, conveniat, planis BC & bc in directum jacentibus. Quo facto, si Sol transeat ea in papyrus MN, octo, vel duodecim, digitos postpositam, Colores quidem generabuntur ad M, & N, per exteriores Prismatum terminos B, & c , non autem per interiores C, & b ; sed medium spatium PT totum apparebit album. Sin alterutrum Prisma tollas, alterius extremitas C, vel b , generabit Colores ad PT; ac dein, si restituas, Albedo etiam restituetur. Scilicet, Albedo ista componitur ex Coloribus ab extremitate C, & b , Prismatis utriusque prolapsis; id, quod facile constat ex præfatis. Nam, Radii purpuriformes ab utroque Prismate refracti limitantur in eodem puncto P; ita ut ab uno Prismate manantes incidant in PM, ab altero in PN, & ab utroque simul in totum MN, non secus ac si omnes ab unico Prismate venissent. Eodem modo, cæruliformes extenduntur per totum spatium MN, & eorum terminus communis est Q, prout manant à diversis Prismatibus; & sic de ceteris. Quare omnigeni Radii commiscuntur in unâquaque parte spatii PT, & Albedinem ideo component; sin alterutrum Prisma tollas, puta ABC, vel Lucem ei potius occludas, tum Radii rubriformibus ab MT, flaviformibus ab MS, viridiformibus ab MR, cæruliformibus ab MQ, & purpuriformibus ab MP, sublati, manebunt rubriformes in NT, flaviformes in NS, viridiformes in NR, cæruliformes in NQ, & purpuriformes in NP; Adeoque purpureus apparebit in P, & cæruleus in R, ut ostendimus antè. Et simili ratione, si Lux occludatur alteri Prismati abc , ne permeet, Rubor apparebit in T, & Flavedo in R.

In istis autem experiendis requiritur, ut anguli ACB, & acb , sint æquales; id, quod tentabis, si Prismata secundum longitudinem eorum ita connectas, ut duo ex planis dictos angulos comprehendentibus, puta BC, & bc , (Fig. 100) fiant contigua, & reliqua AC, & ac , sibi opposita. Quo facto, si Radii Solis ingressi foramen F pergunt ad eundem locum S, cum trajiciuntur per dicta Prismata perpendiculariter ad eorum latera AC, & ac , atque cum liberè progrediuntur, nullo interjecto obstaculo, tum plana

TAB.
XXII.

plana AC, & ac, sunt parallela, & anguli ACB, & acb, æquales; sin istud non eveniat, sunt inæquales. In quo casu no-
tetur præterea, quòd inclinando plana BC, & bc, (Fig. 99.)
vel ab invicem reclinando, possis Albedinem in PT haud secus
componere, ac si dicti anguli fuissent æquales, & plana BC, &
bc, in directum jacentia.

De variis
Colorum
Phænomenis.
TAB.
XXII.

Quinetiam possis hoc idem cum unico tantum Prismate per-
ficere, dummodo satis magnum sit; puta, cujus refringentia la-
tera AC, & BC, (Fig. 101.) sint sex, vel octo, digitos lata.
Etenim sint FG, & fg duo corpora opaca, plana, rectangula, &
ad Prismatis planum ACca secundum planitiem ejus sic appli-
cata, ut eorum angularia puncta G, & g, juxta plani istius cen-
trum se mutuò contingant, & latera concurrentia, (quorum FG
& fg sint ad axem Prismatis parallela,) ex adverso jaceant in di-
rectum. Quo facto, si Lux refracta projiciatur in papyrum MNX,
pedes quasi duos distantem, obstaculum FG projiciet umbram in
MH, purpuram efficiet in PHIQ, ac cæruleum Colorem in
QILT, & permittet Lucem in LN. Dico jam, si Speculo ali-
quo μ , X Colores ex alterutrâ parte lineæ HL, velut HLpt,
ita reflectantur, ut incidant in papyrum ad eundem locum cum
Coloribus HLPT, ex alterâ parte Color omnis evanescet, to-
tùmque HLPT apparebit album. Nam, purpuriformes Radii à
Prismate ad PHIQ directè tendunt, & cetera quatuor Radiorum
genera ad eundem locum reflectuntur à Speculo, incidentes, puta, in
HI π x. Item, purpuriformes & cæruliformes directè tendunt ad
QIXR, & cetera tria genera illuc reflectuntur ab I X ϵ x; & sic
de reliquis: Adeò ut omnes omnium generum Radii passim per
spatium PHLT misceantur, ibidémque componant Albedinem.
Sed notandum est, quòd, cum Lux Reflexione semper debilitatur,
Radiis quamplurimis inter reflectendum amissis, exinde forsan eve-
niat, quòd Lux directæ nonnihil prævalebit reflexæ, & Color ejus
dominabitur, nisi compensatio fiat, ita papyrum inclinando,
ut directæ Lux paulò obliquius in eam incidat, quàm reflexa;
de quâ re facîle judicium feras ex perfectione Albedinis emer-
gentis.

TAB.
XXIII.

Part II.
Sectio II.

Antequam ad aliud experimentorum genus transeo, necessarium erit, ut formam imaginis coloratæ, quam Lux per arcum orbiculare foramen in tenebrosum cubiculum insipens, & per Prisma deinde transmissa effingit, paulò magis articulatim inspiciamus, & singulorum ejus Colorum dimensiones ac distantias ab invicem, nec non Refrangibilitatis gradus singulis Radiorum generibus competentes sedulò rimemur.

Ostendebatur sub initio, quòd, ubi Prisma, (cujus angulus verticalis erat quasi 63 grad.,) imaginem ad distantiam 22 pedum projiciebat, longitudo ejus erat $13\frac{1}{4}$ dig., & latitudo $2\frac{5}{8}$ dig.; Adeòque centra extimorum circularum, ex quibus in longum dispositis imago illa constitit, distabant $10\frac{5}{8}$ dig. Jam, ad hanc distantiam, sive distractam longitudinem imaginis, ceteras ejus dimensiones referre convenit, propterea quòd ad absolutam ejus longitudinem, (quæ à magnitudine componentium circularum dependet,) non habent certam relationem. Quò autem dimensiones ejus majori exactius investigarem, loca, ubi Colores in suo genere perfectissimi, eorùmque confinia in transversam papyrum incidebant, calamo scriptorio notabam, &, observationibus hujusmodi sæpius repetitis & inter se collatis, has tandem conclusiones sigillatim perdidici.

1. Cæruleus & violaceus ex unâ parte, & viridis, ac rubeus ex alterâ imaginem bipartiebantur; adeò ut viridis, & cærulei confinium, (quod thalassinum appellare possim,) meditullium ejus occuparet.

2. Locus, ubi porracea, sive floridissima, Viriditas apparuit, divisit imaginis distractam longitudinem in ratione 3 ad 5 ; utpote, longitudine illâ in 8 partes divisâ, Viriditas illa tribus partibus à rubeo termino distabat, & quinque partibus à purpureo.

3. Spatium, per quod Viriditas omnis, adusque cærulei & flavi confinium, distendebatur, fuit quasi sexta pars totius distractæ longitudinis.

4. Cærulei & purpurei confinium, sive indicus perfectissimus, à con-

Fig. 98.

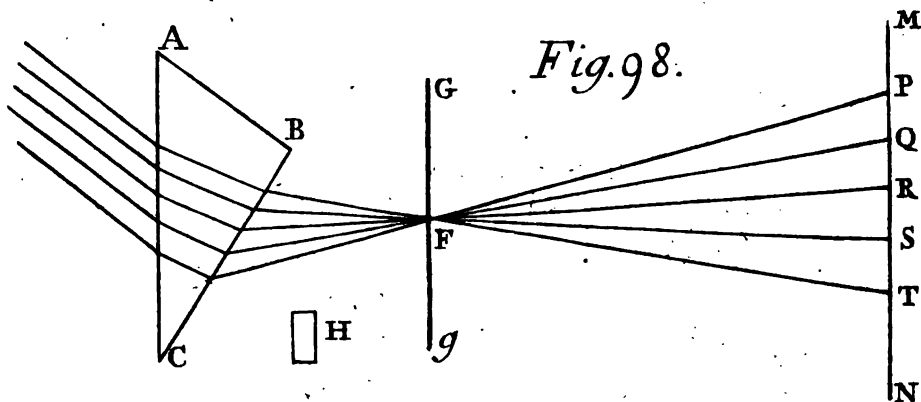


Fig. 99.

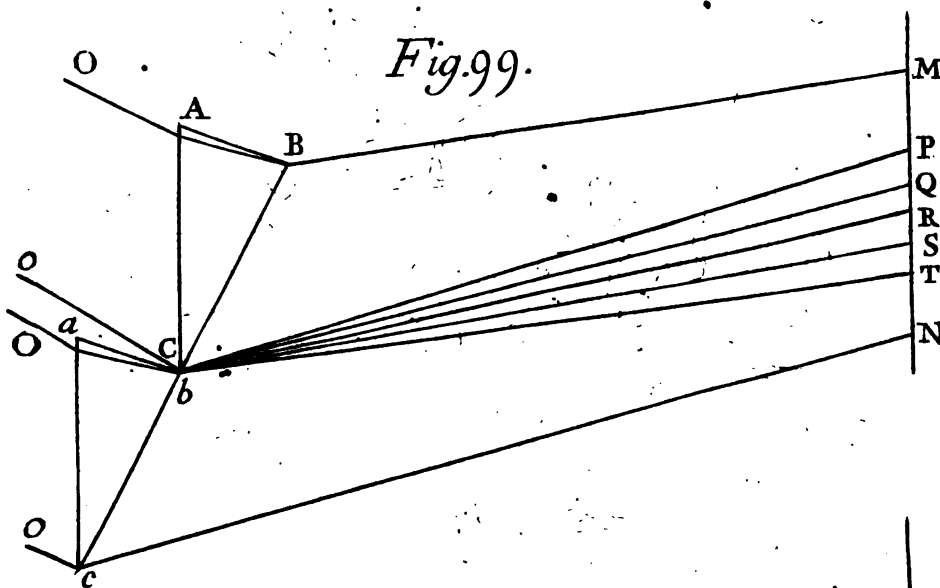
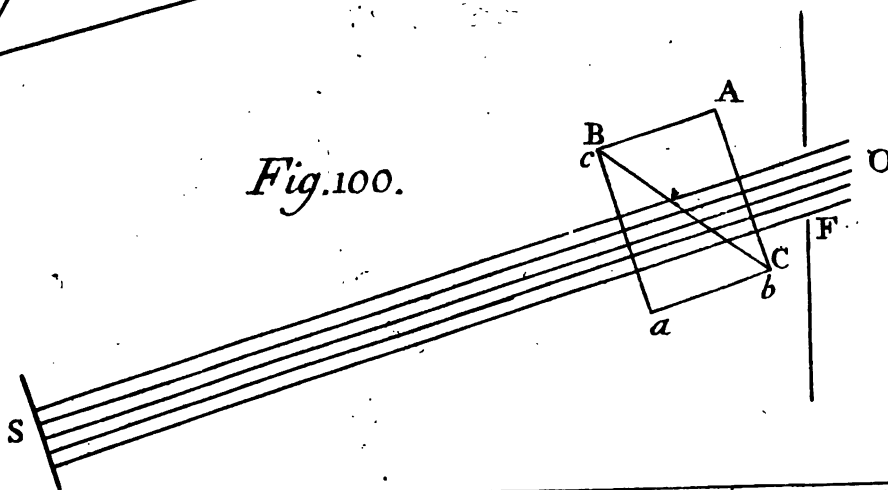


Fig. 100.



à confinio rubei flavique, five à perfectissimo citrino, quasi $\frac{7}{12}$ partibus totius diffractæ longitudinis distabat.

De variis
Colorum
Phænomenis.

5. Denique, hæc indici & citrini distantia, per confinium viridis & cærulei, in ratione 2 ad 3 dividebatur; ita scilicet, ut confinium istud, five meditullium imaginis, ab indico $\frac{14}{60}$ partibus totius diffractæ longitudinis distaret, & $\frac{21}{60}$ partibus à citrino.

Cùm isthæc, quantâ potui diligentia, observassem, non proprio tantum sensu confusus, sed, (propter summam difficultatem præcisè distinguendi confinia Colorum, & loca maximæ perfectionis,) aliorum judiciis fretus; imaginis dimensiones juxta hæc inventa delineavi, quemadmodum videre est in Fig. 102. Scilicet, centris X & Y, $10\frac{1}{4}$ unciiis distantibus, & semidiametris $1\frac{5}{16}$ unciiis, semicirculos duos APC, & BTD è regione descripsi, & rectis AB & CD tangentibus connexui.

TAB.
XXII

Deinde lineâ XY, (quam supra denominavi diffractam longitudinem imaginis,) in 60 partes æquales divisa, sumsi LY = 9, IY = 20, HY = 30, & FY = 44 partes ejusmodi. Et, perpendicularis ad ista puncta erectis, imaginem in quinque partes, Coloribus quinque insignioribus competentes, distinx; parte PF referente expansionem violacei, & FH expansionem cærulei, & sic deinceps. Quo facto, coloratam Lucem in hanc figuram projec, ut constaret denuo, an Color quilibet intra limites sic assignatos contineretur; &, cùm tota imago totam occupabat figuram, singuli etiam Colores cum singulis partibus quamoptimè conveniebant. Interea verò in spatiis istis loca observabam, (qualia in hoc schemate punctim notantur,) ubi singuli Colores saturi, & in suo genere illustrissimi, apparuere.

Jam, horum locorum & limitum, Colores determinantium, intervalla non alia fore manifestum est, etiamsi circulos ex quibus imago conflatur, per methodos sæpius recensitas, centris non mutatis, quantumvis minueres. Eâ scilicet de causâ, ut heterogenei plus segregarentur, & Colores evaderent simpliciores. Quippe, cùm in ipsissimis rectilineis terminis AB, & CD, Colores sint ab-

H h 2

solutè

Part. II.
Sectio. II.

solutè simplices, & Colores in mediâ imagine propè lineam XY, cum istis, quibus interjacent, marginalibus congeneri appareant, ratio etiam suadet, quòd heterogeneorum mixtura non sensibilibiter mutet locum alicujus Coloris; siquidem, hinc & inde venientes, se mutuò contemperant. Sic, Radii viridiformes & purpuriformes per cæruleum sparsi æquipollent, & ideò non dimovent, aut conturbant Colorem illum, ut soli, (quamvis nulli purpuriformes intermischerentur,) ibidem componerent & exhiberent. Sed hic excipienda sunt spatia circulis terminalibus AC, & BD comprehensa, ubi contemperamentum illud ex parte exteriori gradatim deficit, & ideò saturi Ruboris, qui solus, è præfinitis, in circulum terminalem se extendit, positionem in imagine è parte marginali, ubi transibit circulus, expedivi, ut indicat *Fig. 103.*

T & B. XXIII. In his autem si quid hæsites, possis experimenta de novo instituire, contrahendo imaginis latitudinem, ut circuli, ceteris paribus, minores evadant, & nullus dubito, quin omnia quadraverint.

Ceterùm, quamvis Colorum confinia in lineas ad F, H, I, & L; erectas incidebant, tamen loca, ubi saturi & intensi apparere, non omnia constiterunt in medio interjecti spatij; nam cæruleus, qui in suâ specie illustrissimus erat & nullatenus purpurascens, propius ad F cadebat, quàm ad X; & plenissima Flavido videbatur esse aliquantulum propior ad H, quàm ad L. Atque ita, Rubedo & Purpura propius ad centra X, & Y, quàm ad alteros limites intensæ apparuerunt; solâque Viriditas in medio limitum F, & H, effloruit. Unde constat ratio, quòd, etsi flavus & cæruleus commixtione viridem componunt; rubeus tamen & viridis, propter majus intervallum, non bene componunt flavum; nec viridis & purpureus cæruleum. Cum igitur Colores juxta medium confusiores sunt, ita ut inter flavum & rubeum, juxta & inter cæruleum & purpureum, quasi triente majus intersit intervallum, quàm inter viridem & flavum, vel cæruleum sibi hinc & inde conterminum; quò imago elegantius in partes inter se proportionales distinguatur, in numerum quinque insigniorum Colorum duos alios, citreum scilicet inter rubeum & flavum,

flavum, ac indicum inter cæruleum ac violaceum, asciscere convenit; idque potissimè, quòd, post quinque insigniores, illi duo eminere videntur, spatiâque, ubi interserantur, pro speciei perfectione, satis ampla obtinent; & sic exteriorum Colorum redundans expansio præscindetur, omnesque ad quantitatem Viriditatis, politiori symmetriâ, proportionati evadent.

His itaque intertextis Coloribus, observationes de novo instituebam, &, (ut breviter dicam,) omnia comparuere juxta ac si partes imaginis, quas Colores occupant, proportionales essent chordæ sic divisæ, ut singulos gradus in octavâ resonare faciat. Quòd cum tandem deprehendi, figuram imaginis in partes perinde divisi, ut videre est in *Schem.* 103. Atque iterum tentavi, quàm bene cum his partibus Colores convenirent. Scilicet, imaginis distractâ longitudine XY productâ ad Z, ut YZ sit æqualis XY, finge XZ chordam esse, quam in XY ita dividere oportet, quasi singula segmenta ad usque Z protensa singulos octavæ gradus (sol, la, fa, ut, re, mi, fa, sol) edere deberent. Id quod fiet bisecando XY in H, & trisecando in G & I, rursusque trisecando XI in E, & capiendo KY quintam & MY octavam partem totius XY. Et semitonia EG & KM indicum & citrium referent, ceterique quinque toni XE, FG, GH, HI, IK, ceteros quinque præcellentes Colores, quorum singuli, cum tota Colorum congeries in totam figuram adæquatè incidit, intra has singulas respectivè partes comprehensi fuerint. Inque meditullis harum partium circiter, Color quilibet in propriâ specie illustrissimus & intensissimus apparuit; etiam Purpura & Rubedo, quamvis ultra versùs P, ac T, marcescente Luce exundarunt.

Ceterum, hæc non adeò præcisè observare potui, quin ut fateri cogar ea posse paulò aliter fortasse constitui. Quemadmodum, si inter XZ, & YZ, sumantur undecim mediæ proportionales, quarum EZ secunda sit, FZ tertia, GZ quinta, HZ septima, IZ nona, & KZ decima; hæc etiam imaginis distributio cum Colorum expansionibus sat bene convenire videbitur. Nam, differentiæ adeò minutæ, quales inter hanc & superiorem distributionem intercedunt, acutissimo sensu judice, vix comparituros errores efficere possunt.

H h 3

Quan-

T A B
XXIII

Quantum verò distributiones istæ differunt, ex adjunctis numeris patebit, quorum superiores ad chordam 720 partium ratione musicâ divisam respiciunt, & inferiores ad eandem chordam quamproximè divisam ratione geometricâ.

Chorda musicè divisa

360. 320. 300. 270. 240. 216. 202½. 180.

Chorda geometricè divisa

360. 321. 303. 270. 240. 214. 202. 180.

Superiorem verò distributionem potius adhibui, non tantum quod cum phænomenis optimè convenit, sed quod, fortasse, aliquid circa Colorum harmonias, (qualium Pictores non penitus ignari sunt, sed ipse nondum satis perspectas habeo,) sonorum concordantiis, fortasse, analogas, involvat. Quemadmodum verisimilius videbitur animadvertenti affinitatem, quæ est inter extimam Purpuram ac Rubedinem, Colorum extremitates, qualis inter octavæ terminos, (qui pro unisonis quodammodo haberi possunt,) reperitur.

Ex his demum proportionibus sinuum Refractionis cuique Radiorum generi competentium, (ratione mechanicâ,) determinantur; utpote, ad vitrum aeri contiguum, cum sinus Radiorum hinc & inde extimorum sint ut 68 ad 69, divide intermediam unitatem in ratione partium hujus imaginis, & orientur 68, $68\frac{1}{8}$, $68\frac{1}{4}$, $68\frac{1}{2}$, $68\frac{3}{4}$, $68\frac{7}{8}$, 69, pro sinubus ad confinia terminosque singulorum septem Colorum pertinentibus, respectu communis sinus Incidentiæ $44\frac{1}{4}$, cum Refractio fit è vitro. Cum verò fit in vitrum, pro sinubus istis adhibe numeros 68, $68\frac{2}{3}$, $68\frac{1}{2}$, $68\frac{1}{3}$, $68\frac{2}{5}$, $68\frac{1}{4}$, $68\frac{1}{2}$, 69, existente communi sinu Incidentiæ 106. Et pro sinubus ad Radios, ubi Colores sunt in propriis speciebus perfectissimi, pertinentibus, numeri inter hos numeros intermediarii adhiberi possunt.

Sic, ad aquam aeri conterminam, ubi extremi sinus Refractionis sunt 90 ad 91, sinus intermedios per consimilem unitatis intermedie dissectionem, (statuendo scilicet esse 90, $90\frac{1}{8}$, $90\frac{1}{4}$, &c. vel

vel 90 , $90\frac{1}{2}$, $90\frac{1}{4}$, &c.,) elicere possis. At, hîc memento de-
 terminationes hæc non esse præcisè geometricas, sed tam proximè
 tamen accuratas, quàm exigunt hujusmodi res practicæ; & quid-
 quam amplius moliri, præter computandi tædium, affectatam &
 inanem curiositatem argueret.

De variis
 Colorum
 Phænome-
 nis.

Sunt & aliæ circa hos Colores circumstantiæ, quas jam de-
 terminare potuissim; quemadmodum variæ eorum formæ & ex-
 pansiones, pro variis positionibus Prismatis circa axem convolven-
 tis; vel, pro variâ materiâ refractivâ, ex qua Prisma fabricatur,
 quâve circumdatur; vel etiam, pro variâ magnitudine ejus anguli
 verticalis. Sed ea omnia ex ostensis in parte priori, (conferendo
 cum jam explicatis,) sat manifestantur; ut & effectus, quantum
 scio, omnes, quos vel unicâ tantum Refractione, vel utcumque
 pluribus, & quâvis terminatione Lucis elicere liceat.

De Phænomenis Lucis per Prisma in Oculum transmissæ.

Post explicata Colorum à parietibus, aliisve objectis reflexo-
 rum phænomena, ordo postulat, ut ad affines objectorum trans
 Prismata prope Oculum interposita conspicuorum apparentias ex-
 plicandas jam animum adjiciam. Et, cùm doctrinam in quinque
 Propositionibus supra traditam, per prioris generis experimenta
 solummodo probaverim, & hoc experimentorum genus, eò quòd
 non sit adeò simplex, consultò reticuerim, explicationem ejus
 jam fusè tradere non pigebit.

Hîc ideo imprimis recordari oportet, quòd objectorum me-
 diante Refractione visorum imagines, non in propriis locis, sed
 aliis quibusdam videntur, à quibus videlicet refracti Radii rectà ad
 Oculum tendunt: atque adeò, si ita refringantur, ut, qui fluunt
 ab iisdem partibus objecti, à diversis locis directè ad Oculum
 veniant, objectum illud in totidem locis apparebit. Sit, ex. gr.
 X (Fig. 104.) objectum; O Oculus; & BC Lens interposita, T A B.
 quæ pluribus planis superficiebus CD, DE, EF, &c., termine- XXIII.
 tur, sicut ad objecta multiplicia reddenda fabricari solet. Dein,
 suppone hæc plana Radios in sese incidentes ita refringere, ut
 Oculum

Part II. Oculum petant quasi à loco x venientes, qui incidunt in planum
Sectio II. DE, vel à loco y venientes, qui incidunt in Planum ET, &
 sic porro; & manifestum est, tum ratione, tum experientiâ sua-
 dente, quòd idem objectum X in diversis locis, x , & y , ad
 instar plurium videbitur.

Ad eundem modum, stantibus jam positis, nisi quòd, vice
 TAB. polygoni BC, Prisma ABC (*Fig. 105.*) substituatur, cum è
 XXIV. præmonstratis constat, quod è Radiis versùs Oculum refractis,
 purpuriformes, propter maximam Refrangibilitatem, longissimè à
 lineâ rectâ Oculum & objectum interjacente divaricant. Suppone,
 quòd Oculum petant quasi venientes à P, & quòd rubriformes
 Oculum petant quasi venientes à T, ceterique in locis interme-
 diis, pro gradu Refrangibilitatis, fluant; & manifestum est, quòd
 objecti, si ope purpuriformium Radiorum solummodo conspiceretur,
 imago foret ad P, idque cærulei Coloris; si Radiis solum-
 modò rubriformibus conspiceretur, imago ejus ad T existeret, id-
 que rubei Coloris; & ad R viridis appareret, si modò viridiformi-
 bus Radiis conspiceretur; & sic præterea. Quòd, si objectum
 duo tantummodo Radiorum genera simul emitteret, duplicem for-
 tiretur imaginem; sic, emissis rubriformibus & purpuriformibus
 Radiis, imago altera ad T rubea appareret, & altera ad P pur-
 purea. Et sic denique, si omne genus Radiorum simul emitteret,
 (ut solent corpòra naturalia,) tunc innumeras Colorum gradatim
 differentium obtineret imagines, per totum spatium PT ordine
 continuo dispositas; quæ, cum in locis, non penitus discretis,
 formarentur, se mutuò oblitterarent, efficerentque, ut nil, nisi
 confusa Colorum series appareret.

Hoc pacto quidem Colores omnigenos generari oportet, cum
 objecti lucidi, Nigredine, vel tenebris terminati, perexigua est
 apparens magnitudo, qualis est Solis, vel Lunæ, aliorumve sy-
 derum, aut foraminis in fenestrâ Lucem à nubibus in obscurum
 cubiculum intromittentis. Quòd, si expansius objectum intuea-
 mur, quale ad X designatur; terminum ejus GH vertici Pris-
 matis propiorem imprimis animadvertamus; & manifestum est,
 quòd imaginum ejus, ex variis Radiorum generibus formatarum,
 pur-

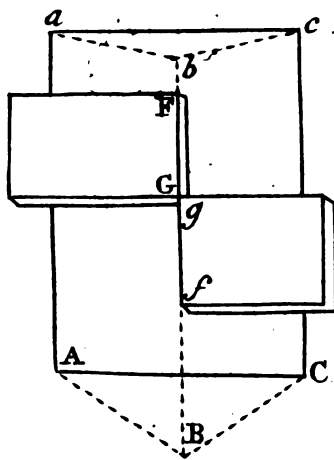


Fig. 101.

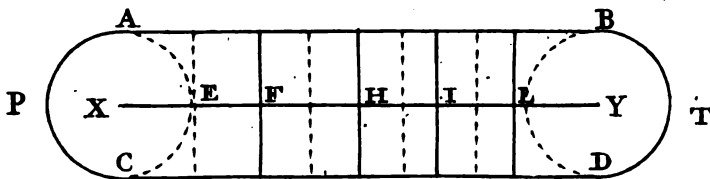
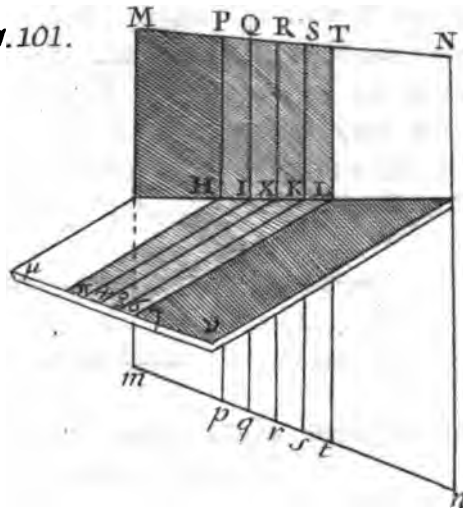


Fig. 102.

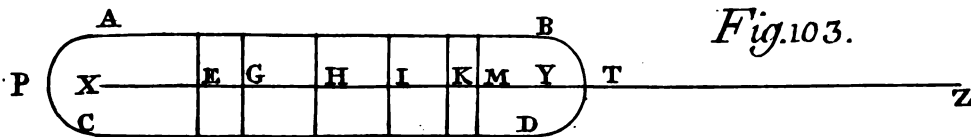


Fig. 103.

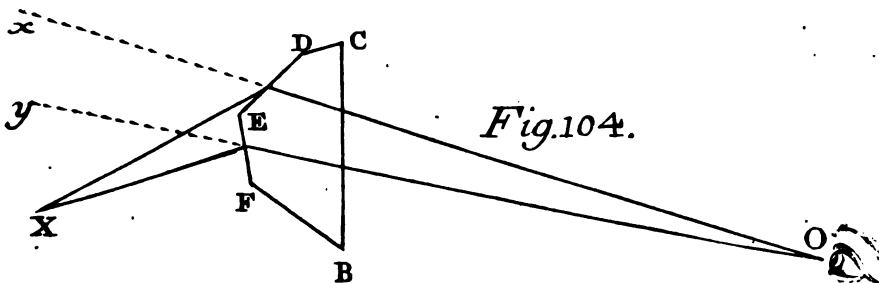


Fig. 104.



purpureâ longissimè omnium, veluti ad P, divaricante, Color ille apparebit extimus. Imago autem viridis, adusque R translata, cum parte aliquâ purpureæ imaginis, ut & intermediæ cæruleæ, ibidem coincidit & confundetur, à quâ misturâ cæruleum Colorem generari oportet. Et rubea in T terminata cum partibus ceterarum omnium imaginum eousque extensis coincidit, & Colorem objecti ibi restituet, album, puta, si modò objectum sit albi Coloris.

De variis
Colorum
Phænomenis.

Et, quemadmodum juxta limitem GH, objectum purpureo & cæruleo fimbriatum apparebit; sic, in opposito limite IK, per consimile ratiocinium, patebit alteros Colores, rubeum flavumque, produci.

Nec secus, cum ejusdem objecti partes aliquæ sunt aliis utcumque lucidiores, Colores varii generari debent.

Et quantitas anguli POT, sub quo Colores apparent, erit maxima cum Prisma statuitur Oculo vicinissimum, eoque minor evadet continuo, quò Prisma propius ad Objectum collocatur. Quemadmodum, si Prismatis ex vitro confecti angulus verticalis sit 60. gr., Colores sub angulo 2°. 2' circiter apparebunt, cum proximè Oculum disponitur; & 1°. 1'. cum in mediâ inter Oculum & objectum, distantia statuitur; & quasi 30½ min. cum triplo plus distat ab Oculo quàm ab objecto; & sic præterea. Hic autem suppono Radios ad utramque superficiem ejus æqualiter refringi. Nam, cum positionem ad Radios ex alterutrâ parte obliquiorem, convertendo circa axem, acquirit, ille angulus augebitur. Suppono etiam objectum satis lucidum esse, ac tenebris densissimis terminatum, ut Colores adusque summas extremitates videri possint. Nam, secus, per latitudinem jam assignatâ minorem, distendi videbuntur, ut de quantitate aliisque Colorum circumstantiis in quibuscumque objectis sub dio conspectis apparentium, idque pro Refractionibus utcumque factis, ex his facile est conicere.

Ceterum in allatæ doctrinæ illustrationem phænomena aliquot insigniora & minùs obvia ex abundanti jam breviter describere est animus.

Ij. Newtoni Opuscula. Tom. II.

I i

Et

Part. II.
Sectio II.
TAB.
XXIV.

Et imprimis, accepto filo aliquo PT (*Fig.* 106.,) ejus alterum dimidium PR cæruleo Colore tinxi, atque alterum RT Colore rubeo. Dein, Prismate adhibito, hoc filum intuebar, cujus à tergo, nisi locus erat tenebrosus, corpus aliquod nigerimum statuebam, vidique præfata dimidia, non in directum jacentia, sed in duas lineas discreta, quas in *pr* & *st* habes designatas. Scilicet, cærulei dimidii, propter majorem eorum Radiorum Refractionem, imago paulò longiùs translata fuit. At, linea tamen subobscura ipsius PT refracta apparuit, cujus partes in directum jacere & à quâ Colores aliquantulum prostare visi sunt; id, quod ex imperfectione, & mixturâ in utrisque fili Coloribus latente contigit. Nam, quantò illustriores erant & simpliciores, ea linea tantò obscurior euasit, & Colores *pr*, & *st*, clariores & magis interrupti.

TAB.
XXIV.

Ceterum, cum Lux, quam filum tenue reflectit, perexigua sit, præstat adhibere corpus aliquod expansius, quale per PN (*Fig.* 107.,) designatur, quod, v. g., concipe papyrus esse ex parte PRLK cæruleam, & ex alterâ parte rubeam. Tum Prismate juxta Oculum interposito, nigròque corpore, aut loco tenebroso, ponè hoc objectum sito, videbis imaginem cæruleæ partis paulò longiùs translata esse, terminis *pt*, & *kn* in confinio Colorum *rs*, & *lm*, ut antè diffractis. Sed hìc summè cavendum est, ut papyrus cum crassis & intensis Coloribus illinatur.

Huic affine est experimentum, cùm statui duo Prismata ad foramina duo, quibus Lucis patuit aditus in tenebrosum cubiculum, ac in eo situ disposui, ut unius Purpura, & Rubor alterius, in eundem locum coirent. In quo loco fixi papyri segmentum circulare, & non latius dimidio, vel triente, latitudinis coloratarum imaginum, eapropter, ut duobus illis solummodo Coloribus illuminaretur. Quo factò Papyrus pallidi cujusdam Coloris apparuit. Tum ceteris utrinque Coloribus objecto nigro terminatis, vel, (quod satius erat,) longiùs projectis, ut præfata papyrus nigredine, vel tenebris, circumcincta appareret, tertium Prisma ad Oculum applicavi, & ad distantias abinde, pro arbitrato, varias me submovens, unicæ illius subpallidæ papyri geminam vidi imaginem,

ginem, purpuream, & rubeam. Et imago purpurea longius à papyro translata erat, quàm rubea, prout major eorum Radiorum Refrangibilitas exigit. Rem *schemate* 108 designatam habes, ubi papyri *p* T imagines sunt X & Y.

De varis
Colorum
Phænomenis.

T A B.
XXIV.

Ad eundem modum, si duo pulverum genera, quorum alterum perfectè rubrum est, & alterum purpureum, vel indicum, sine misturâ cyanei, viridis, aut flavi parari possent, objectum aliquod perexiguum cum misturâ pulverum istorum crassè illitum, geminam imaginem exhiberet: spectaculum fortè causas ignorantibus mirandum. Sed vereor, ut pulveres Coloribus adeò simplicibus præditi parari possint.

His præterea non multùm dissimile est, cùm Colores duorum Prismatum ita in parietem trajiciuntur, ut, (unius Rubore contingente purpureum alterius,) in directum jaceant, quemadmodum videre est ad P τ , &, mediante Prismate parallelus interposito intuentur. Nam, imagines, non ampliùs in directum jacebunt, sed ab invicem apparebunt distinctæ, sicut ad *mn* & $\mu\nu$ designantur, *Fig* 109.

T A B.
XXIV.

Atque ita, si duo Prismata A, ac B (*Fig* 110) sic statuantur, ut eorum Colores ad locum P *p* adæquatè incidant in ordine tamen contrario, Purpurâ alterius A cadente ad *p*, & Rubore ad P; alterius autem B Purpurâ cadente ad P, & Rubore ad *p*; & per tertium Prisma EF imagini P *p* parallelum perspexeris; unicæ P *p* duas decussantes imagines intueberis, alteram MN è Coloribus Prismatis B productam, & alteram *mn* è Coloribus Prismatis A. Et, quò longiùs ab objecto P *p* te conferas, eò magis extremitates imaginum M à *n*, & N à *m* distabunt.

His etiam contraria sunt experimenta, quòd objecta duo, sive sunt circelli chartacei X & Y (*Fig* 108.) diversis Coloribus illustrati, sive diverforum Prismatum paralleli, vel decussantes Colores, ut MN & *mn*, (*Fig* 110) ita possunt, mediante alio Prismate, conspici, ut in unum coalescere videantur.

T A B.
XXIV.

T A B.
XXIV.

Et, præter jam recensita, perinsigne est hujusmodi experimentum, quo objecta Coloribus, per interpositionem Prismatis, denudantur, quibuscum nudo Oculo tincti apparent. Instantiam in

I i 2

Solis

Part. II.
Sectio II.
T A B.
XXV.

Solis imagine coloratâ accipe, quæ in parietem à Prismate ABC (*Fig. 111.*) projecta, cum cernitur mediante alio parallelo Prismate *abc* manibus prehenso, cujus vertex ad plagas versùs rubrum Colorem convertitur, si Spectator se longius ab imagine gradatim amoveat, percipiet Colores paulatim contrahi, & ad invicem eousque accedere, donec tandem uniti reficiant imaginem albam & circularem. Id, quòd accidet, cum Spectatoris eadem est à Coloribus distantia ac Prismatis ABC, si modò Prismatum anguli verticales æquantur. Et ratio ex eo manifesta est, quod oblongam illam imaginem ex circulis, sive circularibus imaginibus, infinitè multis, & in longum continuè dispositis, efformatam esse docuerim; quare, quæ sunt ad purpuream extremitatem longius per Refractionem secundi Prismatis transferuntur, ut ceteras assequi possint, & sic omnes coincidere.

T A B.
XXV.

Ad hunc modum, cum objecta quælibet, ut QR, foras posita, confusas & coloratas eorum imagines, ut Xf, ad parietem per Prisma transmittunt, si mediante alio Prismate inspicias, possis imagines hæc Coloribus denudare, & efficere præterea, ut distinctiores appareant, quemadmodum ad *qr* (*Fig. 111.*) videre est. Quoniam verò ad sufficientem copiam Lucis requiritur, ut foramen F sit amplum; per ejus autem amplitudinem transmissæ imagines evadunt confusæ, Lens aliqua convexa, ut MN, prope foramen istud statuenda est, quæ Radios, à singulis punctis objecti foras positi venientes, congreget in totidem aliis punctis ad parietem, & insuper Prismata debent esse admodum transparentia, perpolita, & superficiebus accuratè planis terminata, inque situ, quàm poteris exactè, parallelo disposita. Tanta quidem diligentia non requiritur, ut imagines *qr*, Xs sine Coloribus appareant; sed, ut inter tot ac tantas Refractiones distinctæ appareant, præter accuratam fabricam vitrorum, requiritur experientis ingenium, quo omnia rectè disponantur.

Hic in cumulum præterea adjici potest, quòd objecta, quò simpliciori Luce illuminantur, eò distinctiora per Prismata apparent; quippe, cum eorum per Prismata sub dio visorum confusio ex inæquali Refrangibilitate illuminantium Radiorum oriatur. Et hinc

Fig. 105.

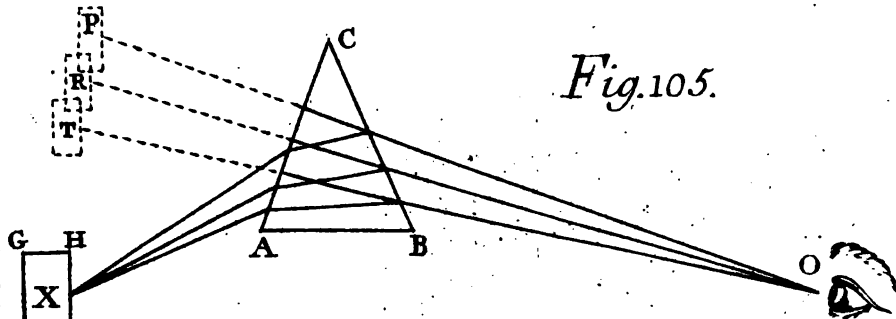


Fig. 107.

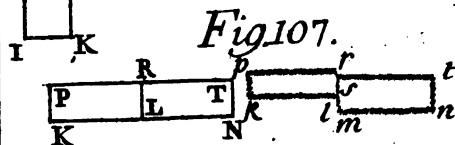


Fig. 106.

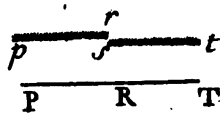


Fig. 108.

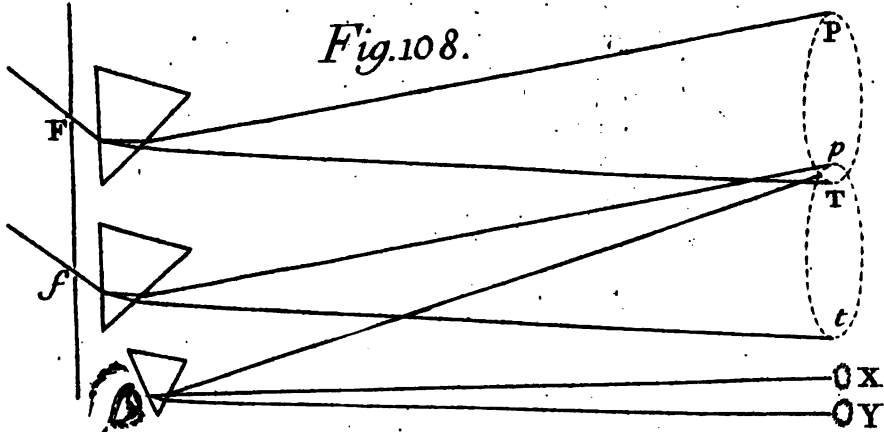


Fig. 109.

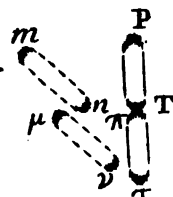
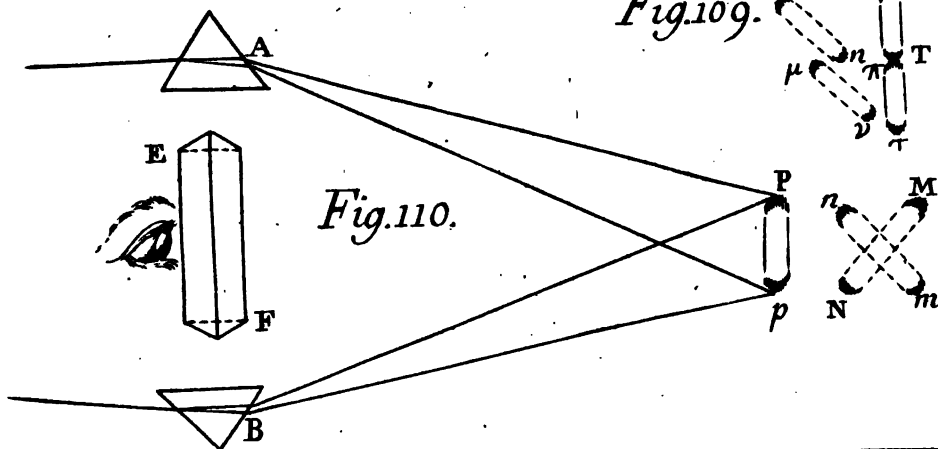


Fig. 110.



hinc est, quòd solaris imaginis sæpius commemoratæ termini re- De variis
ctilinei, (in quibus nullam esse heterogeneorum Radiorum com- Colorum
misturam indicavi,) præ ceteris omnibus objectis distincti, me- Phænomenis.
diante Prismate, appareant. Et sic, Muscæ, & similia Animalia,
cùm in rubeâ, vel aliâ quavis Luce simplici, Prismatibus elicitâ,
statuantur, transvidentur solitò distinctiores. Quinetiam Oculus
Engyscopio armatus, omnia hæc Luce simplici illustrata, distin-
ctiora cernit. Id, quod insignem in contemplatione Insectorum
vel texturæ aliarum rerum naturalium præ se usum ferre potest.

In tertiâ Propositione supra * de phænomenis quibusdam disse-
rui, ubi è Radiis ad refringentem superficiem æqualiter inclinatis
aliqua genera pervasere, dum alia penitus reflectebantur; & illis
affinia quædam jam attingere opportunum duco. Esto S Specta-
toris Oculus, quo Lucem à nubibus sub dio ingressam planum
FG, (*Fig. 112.*,) reflexam à plano HI & plano FH regressam
excipit; &, cùm Prisma commodè statuitur ita, ut Radiorum,
è medietate basis HI versùs Oculum reflexorum, angulus Refle-
xionis sit quasi 50 gr., pars proximior basis remotiori aliquantùm
obscurior videbitur, & in utriusque partis confinio fimbria, qualis
DE sub-cærulei Coloris apparebit. Utpote, cùm Radii, qui à
remotiori parte basis ad Oculum reflectuntur, obliquiùs incident,
quàm qui eò resiliunt à parte proximiori, talis potest assignari eo-
rum circa medium basis obliquitas, ut è proximioribus, propter
minorem obliquitatem, aliqui perrumpere & refringi possint, dum
remotiores, propter majorem obliquitatem, omnes ad Oculum re-
flectuntur. Sic, ad vitrum, cujus Refractionem per rationem sinuum
42 ad 62 metimur, in plano SABC ad Prismatis longitudinem
transverso, posito angulo C \hat{t} S 49°. 22'; ang. CrS 49°. 44';
& ang. CpS 50°. 5'; t erit limes Refractionis rubriformium Ra-
diorum, ultra quem nulli superficiem HI penetrabunt, qui, pro-
pter debitam obliquitatem Incidentiæ, ad Oculum reflecti possunt;
& à citeriori parte C \hat{t} complures è Radiis sic incidentibus,
propter minorem obliquitatem, pervadere possunt & refringi, qui
Oculum peterent, si modò reflecterentur. Et sic, r erit limes
Radiorum viridiformium, & p limes purpuriformium. Adeoque

T A B.
X X V.

* Pag. 198 & seq. hujus.

Pars II.
Sectio II.

superficieï IH pars citima Cp, propter complures Radios omnis generis transmissos, obscurior apparebit, quàm pars ultima tB, quâ omnes, qui Oculum attingere, eò reflectuntur. Et, quia rubriformes à limite t, & viridiformes à limite r incipiunt ex parte pervadere, manifestum est, quòd ex illis pauciores à spatio p t ad Oculum resiliunt, quàm è purpuriformibus, qui non priùs incipiunt pervadere, quàm ad limitem p; ut & pauciores, quàm è cæruliformibus, qui ad limitem inter p & r tantum pervadere incipiunt. Et proinde, in illo spatio purpureus & cæruleus Color aliquantulum dominabitur. Déque totâ subcæruleâ lineâ DE confimilis est discursus.

Hæc autem linea, non recta est, sed, in morem arcûs, incurvata; propterea quòd puncta Radios à basi Prismatis ad Oculum in angulo Reflexionis dato resiliences reflectentia ejusmodi curvam constituunt.

Quod ad Refractiones, in superficiebus Prismatis FG, & FH, factas spectat, nihil refert in remotiori FG quænam sint, dummodo Radii è proximiori FH perpendiculariter emergant, angulo KHG existente quasi $40\frac{1}{4}$ gr. Quòd si angulus ille major existat, Colores in lineâ DE, adjuvante Refractione, paulò distinctiores evadunt; & minùs distincti, si sit minor. Major etiam Oculi à Prismate distantia, vel, (quod perinde est,) pupillæ coarctatio, Colores nonnihil perficit.

T A. B.
XXV.

Ad hæc, cùm duo Prismata, parallelis axibus & basibus contiguis, ad invicem applicantur, & in eo situ colligantur, iidem omnino effectus per Radios ab aere intercluso reflexos producuntur. Sed, Radii transmissi contrarios exhibebunt. Esto ACDB (Fig. 113.) sectio utriusque Prismatis ad eorum longitudines perpendiculariter transversa; & CB contactus basium, aut potius aer interclusus. Quippe, Prismata vix queant tam arcuè comprimi, quin ut aer nonnullus in morem tenuissimæ lamellæ maneat interclusus. His positis, Oculo S Radios à CB, lamellâ aeris interjectâ, reflexos intercipienti, omnia apparebunt, ut antè: at Oculo s trajectos excipienti, omnia cernentur contraria, spatio tB opaco & obscuro existente, & Cp translucido, ac eorum confinio p t, juxta

juxta t , Ruborem saturum; juxtâque r , citrium flavûmque exhibente; qui Color usque ad p gradatim diluitur, ubi in album p C definit. Et hi Colores longè intensiores & illustriores apparent, quàm subcæruleus Color ex alterâ parte ad Oculum S reflexus. Quorum quidem omnium rationes è supradictis patent; siquidem, è Radiis versûs Oculum s tendentibus, qui incidunt in superficiem partem t B, omnes, propter nimiam obliquitatem, aliò reflectuntur, solique rubriformes superficiem istam à C usque ad limitem t , viridiformes ad limitem r , & purpuriformes ad limitem p , tantùm pervadere possunt.

Ceterùm, hîc cavendum est, nequa Lux in superficiem CB à parte D incidat, quæ, vel ad Oculum s reflexa vel transmissa ad Oculum S, Colores conturbet. Et insuper, ne Refractiones à superficiebus AB, & CD, factæ ad effectus jam explicatos quicquam conducere videantur, præstat, ut superficies istæ statuatur parallelæ, quò mutuos effectus, (ex opinione receptâ,) destruere possint.

De phænomenis Lucis per medium refractivum parallelis planis terminatum transmissæ.

Transactis triangularium Prismatum phænomenis, quæ quadrangulis per parallela plana efficiuntur, jam opportunè subveniunt enarranda. Id, quod lubentiùs aggredior, cùm Philosophi hætenus crediderunt Colores nullos hoc pacto generari, existimantes posteriorem superficiem effectus omnes per contrariam Refractionem Radiis auferre, quos prior inducit: & hoc pro experto habere rati, quòd in vitris fenestrarum aut aliis consimilibus nullos produci videant. At, in eo decepti sunt, quòd hujusmodi Colorum quantitas & perfectio dependet à distantia parallelarum superficierum. In laminis quidem vitreis, propter parvum superficierum intervallum, Colores sunt adeò tenues & exiles, & in spatio tam angusto comprehensi, ut effugiant sensus: at, cùm vitra magis crassa adhibentur, aut potiùs vitrea vascula parallelepipedâ aquâ limpidissimâ plena, Colores tunc liquidò generari cernuntur.

Nam

De variis
Colorum
phænomenis.

Part II.
Sectio II.
T A B.
XX V.

Nam, concipe ABCD (*Fig. 114.*) esse vitreum, vel aqueum, parallelepipedum aere circumcinctum, cujus ex oppositis & parallelis planis duo, lineis AC, & BD, designentur. Et Sol illud per exiguum foramen F obliquè transluceat, ejusque paralleli, vel convenientes, Radii in anteriori superficie ad H ita debent inæqualiter refringi, ut ab invicem deinde divergant, usque dum incident in posteriorem superficiem ad PT, & ibidem Colores omniægenos depingant, perinde ut supra sat fusè explicui. Jam, cum, propter parallelismum superficialium refringentium, Radii tantum à posteriori recurventur, quantum incurvantur à priori, necesse est, ut sibi ipsis, ex aere secundum SH incidentibus, emergant paralleli, adeoque distantias ac positiones acquisitas in infinitum fervent, & elicitos Colores eò usque sine aliquà variatione promant. Quemadmodum, si PH, è refractis ad H, sit purpuriformis Radius, & TH rubriformis, eorum denuo refracti Pp ac Tt incidentibus SH, adeoque sibimetipsis, paralleli emergent; & proinde Purpuram & Rubedinem, quam ad P ac T exhibuere, ad quamlibet distantiam p t immutatam transferent, & sine quavis uspiam variatione conservabunt, purpureo à P in p translato, rubeo à T in t, ceterisque à locis intermedijs in loca correspondentia.

Hoc equidem præcisè debet evenire, si modò Radii secundum eundem SF, vel parallelas lineas, in hoc Prisma inciderent; siquidem, tunc emergent paralleli: at, cum inclinantur ad invicem, uti de promanantibus à diversis partibus solaris disci contingit, tunc etiam emergent inclinati, & eapropter mutationes quasdam in ulteriori translatione patientur. Utpote, circuli à singulis Radiorum generibus effecti, ex quibus, in longum dispositis, colorata Solis imago in superficiem BD procidens constituitur, propter divergentiam Radiorum in foramine F decussantium eò dilatationes evadunt, quò Radii longius post emergentiam fluunt; dum eorum centra, quæ Radiis à centro Solis, secundum eandem quampiam lineam, ante Refractionem effluentibus illuminentur, easdem, post Refractionem, distantias & positiones inter se perpetuò conservant. Et hinc est, quò spatium p r t solari Luce, in tene-

tenebrosum cubiculum immiffa, illuminatum, eò magis dilatetur, & in orbicularem formam contrahatur, quò longius post Prisma terminatur; & Viriditas in medio R, fiqua fit, paulatim transmi-
 gret in Albedinem, vel, si nulla fit, sed propter angustiam Prif-
 matis hujus, aut amplitudinem foraminis Lucem intromittentis, Albedo medietatem Colorum occupet, eadem Albedo sensim dila-
 tetur. Sed Colores tamen hinc inde non diluuntur, nec in spa-
 tium angustius contrahuntur, utut minùs luminosi, propter dilata-
 tionem imaginis, evadant.

Ad hæc, si mediante parallelepipedo intueamur visibilia, Co-
 loribus non secus tingantur, quàm si Prisma triangulare adhibere-
 tur; præsertim, si parallelepipedum ad pertransientes Radios sat
 obliquetur, ut multum refringat, & objecta sint admodum pro-
 pinqua. Nam, si objecta longinqua sint, five intervallum istud
 intercedat parallelepipedum & objecta, five parallelepipedum &
 Oculum, utcunque Refractio per obliquitatem parallelepipedi fiat
 magna, Colores tamen non generabuntur. Sit X (Fig. 115.) pun-
 ctum lucidum Radios per parallelepipedi refringentia plana AC,
 & BD, ad Oculum S emittens, & manifestum est; quò ducta
 S ϵ NX, quæ rubriformem Radium designet, & SpMX, quæ de-
 signet purpuriformem, hi Radii ad utramque superficiem æqualiter
 refringentur, adeoque triangu-
 la pS ϵ , MXN similia conficient,
 purpuriformi Radio, propter majorem Refrangibilitatem, hinc &
 inde apud p, & M, plùs vergente à directo tramite, quàm ru-
 briformis: unde necesse est, ut sese alicubi intra Prisma decussent,
 quemadmodum videre est ad O, iterum conficientes triangu-
 la pO ϵ , MON, similia, five trapezium SpO ϵ simile trapezio
 XMON, adeoque Oculum petent, tanquam si primariò fluxissent
 ab eodem O, & Refractionem ab unicâ tantum superficie AC passi
 fuissent. Et hinc non tantum sequitur Colores generari, sed & angu-
 lum pS ϵ , five Colorum apparentem latitudinem, aliàsque circumstan-
 tias pro quâlibet Oculi positione determinari posse. Quemadmo-
 dum manifestius erit, si conferas cum experimento, quo objecta
 in aquam altè immerfa obliquè inspicienti Coloribus nonnihil tin-
 cta videntur, propter Refractionem stagnantis superficiei. Nam AC

De variis
 Colorum
 Phænome-
 nis.

T A B.
 XXV.

Is. Newtoni Opuscula. Tom. II.

Kk

super-

Part II.
Sectio II.

superficiem stagnantis aquæ, & O objectum aliquod immerfum, quod Spectator S intuetur, referre potest. Quod quidem O facile invenies, ducendo rectam SX, quæ refringentes superficies fecet in K, & L, ac dividendo in O, ut fit SK ad LX ut SO ad OX, sive ut KO ad OL.

Quinimò, ad hæc experienda pro parallelepipedo vas optime adhiberi potest, quod in fundo transfoditur, & vitri laminâ perpolitâ & horizonti parallelâ refarcitur, ut aquam cohibere potest. Nam, cum aqua ad altitudinem pedis, aut amplius, infunditur, Lux, per vitri aut aquæ istius parallelas superficies oblique trajecta, Colores pro more explicato producet, possisque, successive collocando objecta ad X & O, phænomena conferre. Id, quod etiam fieri potest disponendo duo vitrea Prismata triangularia, ut ACE, DBF (*Fig. 116.*) ad distantiam pedis, aut amplius, in eo situ, ut eorum latera correspondentia, AC ad DB, & CE ad BF, evadant parallela, & Radii per interiores superficies perpendiculariter, proximè, trajiciantur. Tunc enim exteriores AC, & BD, refringentia plana parallelepipedi referent. Et, propter vitri majorem quàm aquæ vim refractivam, Colores elicientur magis illustres.

TAB.
XXVI.

Et hæc de Colorum à parallelis planis genesi monuisse sufficiat; nisi fortè juvet annotare diversitatem effectuum, qui ab hisce producuntur, & à triangularibus Prismatibus. Ejusmodi sunt 1°. quod Colores, cum in papyrus projiciuntur, splendiores evadunt per auctam papyri longinquitatem, si modò Prisma sit triangulare; sin parallelepipedum, hebescent. 2°. Cum objecta per Prismata triangularia transpiciuntur, Colores itidem splendiores evadunt ex objectorum auctâ longinquitate, at secus fit in parallelepipedis. 3°. Cum Sol transluet Prisma triangulare, Colores oriuntur, terminando Lucem ex utrâvis parte Prismatis: at, cum transluet parallelepipedum, Colores non oriuntur terminando Lucem à posteriori ejus parte. Cujus rei ratio est, quod heterogenei Radii à triangulari Prismate divergentes fiunt, adeoque, post emergentiam, plus

Fig. III.

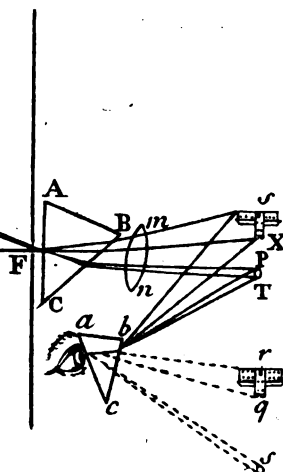


Fig. 112.

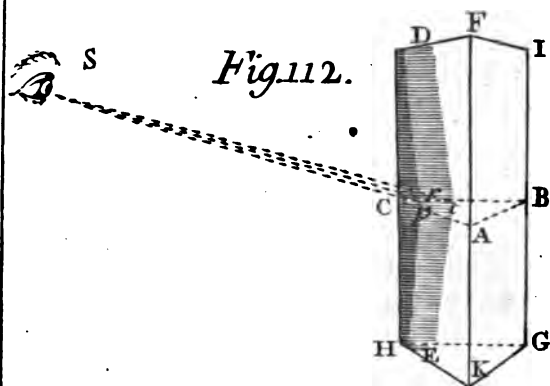


Fig. 113.

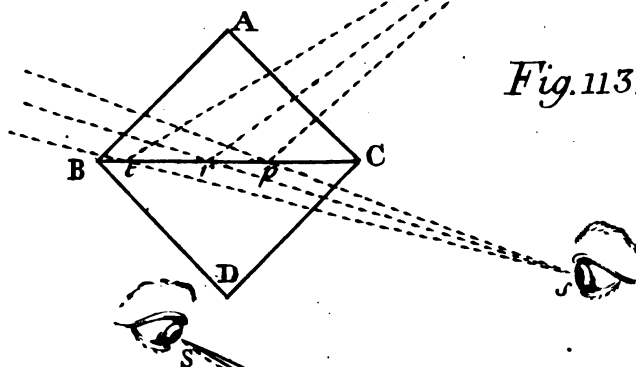


Fig. 114.

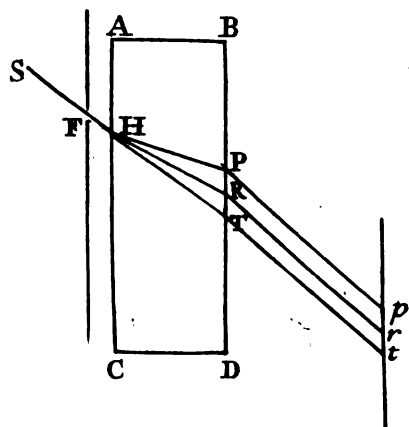
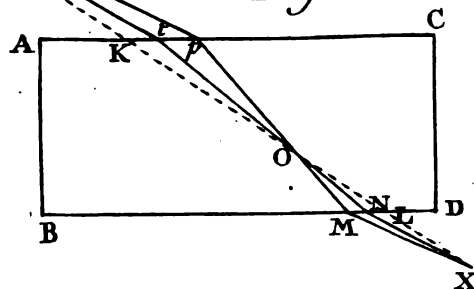


Fig. 115.



plùsque fegregantur; at in parallelismum reſtituuntur emergentes è ^{De variis} parallelepipedo, & non ampliùs ab invicem recedunt. Denique ^{Colorum} notum eſt, quòd Colorum, in extremam partem Oculi, in So- ^{Phænomenis.} lem vel lucernam per Priſma triangulare reſpicientis, quilibet aſtans videbit ordinem ei contrarium, quem videt ipſe Spectator. At, cùm parallelepipedum adhibetur, idem erit ordo Colorum in utroque caſu, propter decuſſationem Radiorum in parallelepipedo, ubi Spectator tranſpicit, quemadmodum inſpicienti ſchemata manifeſtum.

Et ex hác effectuum diverſitate phænomenon componitur, quo Colorum ad diverſas diſtantias diverſi ſiant ordines. Utpote per vas aqueum ABCD, (*Fig. 117.*) in cujus fundo YZ reſert laminam vitream, quam in ſuperioribus horizonti parallelam eſſe ſuppoſui, jubare trajecto, ſi vas ad partes Solem verſus allevetur, ut fundum ejus magis obliquetur ad perlabentem Lucem, quàm ſuperior ſtagnans ſuperficies; heterogenei Radii, propter majorem in egreſſu Refractionem, convergentes evadent; adeòque, decuſſando, mutabunt ſitum. Si Lucem chartà proximè egreſſam excipias, Purpura cadet infra Ruborem; & chartam longiùs differendo in loco decuſſationis, per commiſturam evaneſcent converſi in Albedinem, ac poſtea de novo emergent in ordine contrario, ut videre eſt ad Q, R, & V,

T A B.
XXVI.

Ad aliud experimentum jam tranſeo his quodammodo affine; quo Colores, non à parallelis quidem ſuperficiebus generantur, ſed à ſuperficiebus ita inclinatis, ut interpoſitâ Reflexione parallelarum rationem habeant. Sit SF (*Fig. 118.*) linea Coloribus omnigenis irradiata, quorum purpurei, dum ad F ingrediuntur Priſma, refringuntur verſus H, & rubei verſus G; abinde verò reſectuntur ad K, & I; unde egredientes refringuntur denuo ad M, & L. Dico jam, ſi Priſmatis anguli ABC, & CAB, æquentur, emergentes Radii IL, & KM, paralleli erunt. Nam, in triangulis FGA, IGB, cùm anguli A, & B, ex hypotheſi, æquentur, ut & anguli FGA, & IGB, propter æqualitatem Incidentiæ & Reflexionis, trianguſa erunt ſimilia, anguliſque AFG,

T A B.
XXVI.

K k 2

BIG

plùsque segregantur; at in parallelismum restituantur emergentes à parallelipèdo, & non ampliùs ab invicem recedunt. Denique notum est, quòd Colorum, in extremam partem Oculi, in Solem vel lucernam per Prisma triangulare respicientis, quilibet astans videbit ordinem ei contrarium, quem videt ipse Spectator. At, cùm parallelipèdum adhibetur, idem erit ordo Colorum in utroque casu, propter decussationem Radiorum in parallelipèdo, ubi Spectator transpicit, quemadmodum inspicienti schemata manifestum.

Et ex hác effectuum diversitate phænomenon componitur, quo Colorum ad diversas distantias diversi fiant ordines. Utpote per vas aqueum ABCD, (*Fig. 117.*) in cujus fundo YZ refert laminam vitream, quam in superioribus horizonti parallelam esse supposui, jubare trajecto, si vas ad partes Solem versùs allevetur, ut fundum ejus magis obliquetur ad perlabentem Lucem, quàm superior stagnans superficies; heterogenei Radii, propter majorem in egressu Refractionem, convergentes evadent; adeoque, decussando, mutabunt situm. Si Lucem chartà proximè egressam excipias, Purpura cadet infra Ruborem; & chartam longiùs differendo in loco decussationis, per commisturam evanescent conversi in Albedinem, ac postea de novo emergent in ordine contrario, ut videre est ad Q, R, & V,

T A B.
XXVI.

Ad aliud experimentum jam transeo his quodammodo affine; quo Colores, non à parallelis quidem superficiebus generantur, sed à superficiebus ita inclinatis, ut interposità Reflexione parallelarum rationem habeant. Sit SF (*Fig. 118.*) linea Coloribus omnigenis irradiata, quorum purpurei, dum ad F ingrediuntur Prisma, refringuntur versùs H, & rubei versùs G; abinde verò reflectuntur ad K, & I; unde egredientes refringuntur denuo ad M, & L. Dico jam, si Prismatis anguli ABC, & CAB, æquentur, emergentes Radii IL, & KM, paralleli erunt. Nam, in triangulis FGA, IGB, cùm anguli A, & B, ex hypothesi, æquentur, ut & anguli FGA, & IGB, propter æqualitatem Incidentiæ & Reflexionis, triangula erunt similia, angulique AFG,

T A B.
XXVI.

K k 2

BIG

Part II.
Sectio II.

BIG æquales , atque adeò æqualis erit Refractio in F, & I, & inde anguli CFS, CIL, æquales. Et, eadem ratione, patebit angulum CKM angulo eidem CFS æqualem esse , adeoque Radios IL, & KM, parallelos. Jam, cum Radii IL, & KM, secundum eandem lineam SF successivè incidentes, non secus emergant paralleli quàm in præcedentibus, ubi superficies refringentes erant parallelæ, eadem omnia phænomena, quæ ibi ostensa sunt, huic competere certum est. Quemadmodum, Lucem Solis Coloribus tingi, si Prisma satè amplum adhibeatur, ut spatium FGI, vel FHK, sufficiat ad efficiendam sensibilem divergentiam Radiorum, antequam, per iteratam Refractionem, in parallelismum reducantur; sed ejusmodi Colores, non perfectiores, per longinquitatem obstaculi quo interciduntur, evadere. Item, istos Colores, si Oculo postposito immediatè excipiantur, eò magis manifestos fore, quò objectum, quod intuemur, sit Oculo propinquius; ut, & eò magis, quò anguli CAB, & CBA, majores existant; & eundem denique ordinem servare cum in obversum Oculum directè mittuntur, atque cum cernuntur ad parietem, aliudve obstaculum terminati. Hæc, inquam, evenire debent, si amplum Prisma adhibeatur, (quale ex aquâ vitro circumdatâ fabricari possit,) & anguli A, & B, constituentur æquales. At, in angustis Prismatibus, distantia Radiorum IL, & KM, minor est quàm ut Colorum sensibilis possit esse latitudo, & cum anguli A, & B, sunt inæquales, perinde est, ac si refringentes superficies, in præcedentibus, non sunt parallelæ, & similes sunt effectus.

Quod de Coloribus dicitur, cum unica tantum Reflexio Refractionibus intervenit, facillè applicatur ad alios casus, ubi plures interveniunt; sed placet aliquod præterea de Reflexionibus exponere, quibus generantur effectus, quos solæ Refractiones exhibere possunt. Sit SF, (*Fig. 119.*,) ut priùs, linea diversis Coloribus successivè irradiata, qui versùs *p*, *t*, aliâque intermedia loca, pro gradibus Refrangibilitatis, à Prismatis latere BC reflectantur ad M, N, ubi iterum impingentes in latus AC refringuntur denuo ad P, T, & Colores ad P, T perinde apparebunt, atque ad

TAB.
XXVI.

ad $\pi 1$ apparent, si modò Radii Fp , Ft , &c. per duplum Prisma ABC; (ideſt, per Priſma, cujus angulus verticalis ACB, fit duplo major hujus angulo verticali ACB,) rectà fluxiffent ad mn , & inde verſùs $\pi 1$ refringerentur. Nam, pares ſunt omnes utrobique anguli, ſive à plano BC, per AC verſùs PT reſilient Radii, ſive longiùs per BC pergant ad $\pi 1$, utpote angulus CtN ($=BtF$) $=Ctn$; & inde $CNt = Cnt$; adeòque $CNT = Cn1$. Atque idem in aliis Radiis intellige. Cùm autem præcipuè Colorum ad $\pi 1$ circumſtantie in ſuperioribus tradantur, cramben jam reponerem, ſi quid amplius de perſimilibus phænomenis ad PT inſtituerem dicere.

De variis
Colorum
Phænomenis.

De phænomenis Lucis per media ſphæricè terminata tranſmiſſæ, &que Iride.

Haſtenus Colores Refractionibus planarum ſuperficierum generatos contemplati ſumus; jam de ſphæricis ſuperficiebus agendum eſt; & imprimis, de Lentibus, ſeu figuris, à duabus diverſarum ſphærarum portionibus, comprehenſis. Ejusmodi autem Lens eſto MN, (Fig. 120.,) per quam Lux ſolaris juxta Ff , nec non undique terminata tranſmittitur. Sitque HK Focus, ad quem poſtea convergat. Et, cùm Radii ſimiliter incidentes, non omnes ſimiliter refringantur, concipe, quòd, Radiorum ſecundùm OF incidentium, purpuriformes refringantur ad K, rubriformes ad H, & viridiformes ad punctum intermedium r . Et, pari ratione de Radiis ſecundùm Of incidentibus, concipe, quòd purpuriformes tendunt ad H, rubriformes ad K, ac viridiformes ad r . Atque idem de Radiis undique terminatis, (juxta Lentis peripheriam,) concipe. Et patebit primò, ſi Radii à papyro DL priùs terminentur, quàm ad locum HK convenient, quòd Color rubeus in confinio Lucis & umbræ deberet undique conſpici. Utpote, ſi lineæ FH, Fr, & FK, ipſam DL in punctis T, R, & P ſecent; FH quidem in puncto T, Fr in puncto R, & FK in puncto P: poſito ſimiliter quòd fH , fr , & fK , eandem DL in punctis π , g , ac 1 , reſpectivè ſecent, & productis etiam FH, & fK,

T A B.
XXVII.

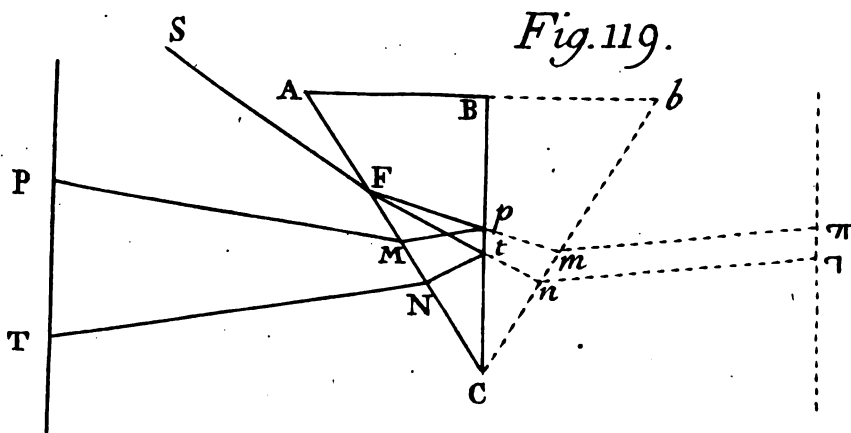
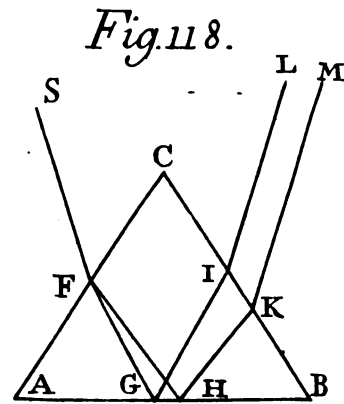
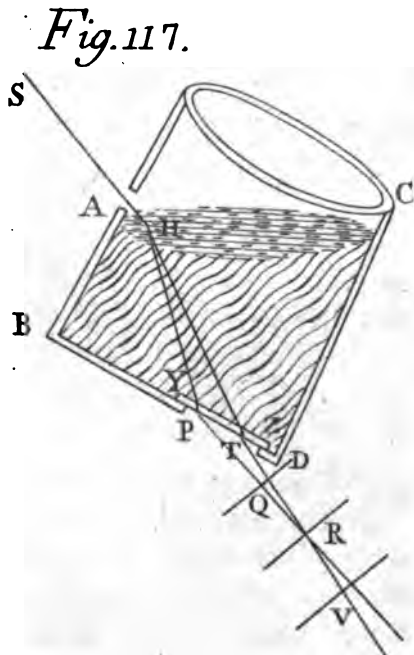
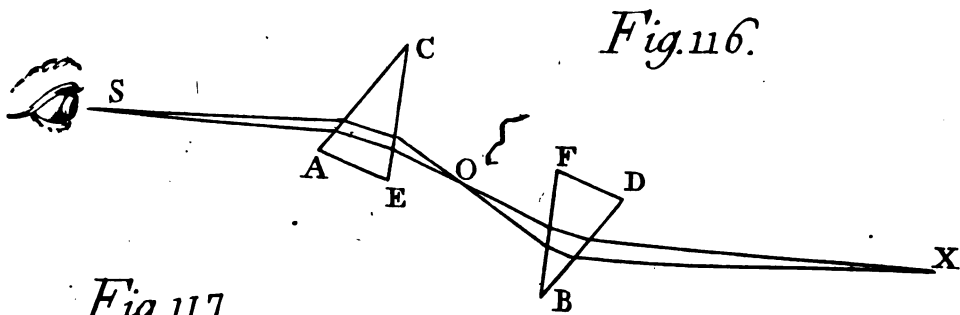
K k 3

donec

Part II.
Sectio II.

donec sibi in z occurrant ; ut, & FK, & fH, donec occurrant in p , constabit punctum z longius distare à Lente, quàm punctum p , quandoquidem cadit ultra locum HK, p verò citra. Et proinde, puncta P, & π , interjacent punctis T, & γ . Constat etiam purpuriformes Radios per totum spatium P π solummodo dispergi ; propterea quòd, per integrum spatium Ff in Lentem parallelè incidentes, versùs locum p refringantur ; & sic Radii viridiformes spatium R ρ occupabunt ; uti & rubriformes spatium T γ , extra quod nulli omnino ex Radiis parallelè incidentibus, (nisi contingenter & nullà certà lege, propter bullulas quasdam, aliàque vitia in vitro latentia, refracti,) possint divaricare. Quare spatium P π à Radiis omnium Colorum illuminatum, debet albescere. At, cùm purpuriformes desint à spatiis R, & ρ , ceterorum mixtura debet exhibere flavum. Atque ita, cùm soli rubriformes extendantur ad T, & γ , in locis T, ac γ , Rubor apparebit, & spatium illuminatum P π , (quod orbiculare concipe,) duobus Colorum circulis, rubeo, flavoque, tingetur. Hæc equidem eveniunt, cùm charta DL inter Lentem & punctum p collocatur. Et Colores tantò perfectiores evadunt, quò charta sit puncto p propinquior. Et, cùm statuitur ad ipsum p , Albor è medio penitus evanescere deberet, si modò Radii, à diversis partibus solaris disci ad Lentem manantes, inciderent paralleli. Quòd, si charta paulò longius amoveatur, uti ad r , ubi viridiformes Radii concurrunt, adversi Colores ubique ad illam distantiam miscebuntur, & se invicem ita delebunt, ut vix alius, quàm Albor apparebit. Si charta deinceps adhuc longius transferretur, puta, ad dl , invertetur Radiorum ordo, & puncta γ , ac T, interjacebunt punctis P & π , adeòque spatium T γ ab omnibus Coloribus illuminabitur, & proinde albefcet ; & in spatiis circa R, & ρ , ad quæ Rubor non extenditur, cæruleus componetur, & violaceus apparebit in extremitate summâ P, & π . Qui quidem Colores non tantùm manifestiores sunt, quàm Rubor & flavus, per interpositionem chartæ inter Lentem & Focum, ut priùs, emergentes ; sed perpetuò manifestiores evadunt, quò charta adhuc longius amovetur.

Lati-



Latitudo spatii, sic tincti Coloribus, ex præmonstratis petenda est; vel etiam sic facile determinari potest. Cum differentia Refractionis Radium, in Refrangibilitate maximè discrepantium & similiter incidentium, sit quasi septuagesima pars totius Refractionis, ut ex ostensis patet; &, cum angulus HFK designet differentiam Refractionis, angulusque Frf summam Refractionum utrinque ad F, & f , factarum; hoc est, duplum Refractionis juxta alterutrum F, & f ; angulus HFK erit quasi septuagesima pars semissis anguli Frf , sive $\frac{1}{140}$ pars totius Frf ; & proinde, subtenfa HK quasi $\frac{1}{140}$ pars latitudinis Ff , per quam Luci patet aditus, aut eâ fortasse paulò major. Denique, cum sit $Fr. FR :: HK. TP$, vel $\gamma\pi$, dabitur intervallum TP, vel $\gamma\pi$, quod quærebatur. Si quis autem cupit, ut hæc exactiùs determinentur, computatio non est adeò difficilis, quin ut ipse, adhibito calamo, perficiat. Quod ad Lentes utrinque concavas attinet, è jam ostensis facile constabit eas Lucem trajectam in ejus extremitate cum cæruleo tingere. Quæ verò de Lentibus utrinque convexis, vel concavis dicuntur, de convexo-concavis æquipollentibus sunt etiam intelligenda.

Sunt & alia phænomena, quæ de Lentibus explicare possem; sed, cum Oculi pars anterior, (humor nempe crystallinus, ac tunica cornea,) speciem Lentis Radios ad retinam congregantis referat, de ipsâ maluissem nonnulla dicere. Eorum tamen, quæ de Lente jam explicui, nolo aliquid enixè repetere, cum ad Oculum facile applicentur, utut expertu satis difficilia sint, propterea quòd ægrè possimus efficere, ut Oculi pars anterior, & posterior, ad invicem ita accedant, aut ab invicem recedant, sicut de Lente, & papyro, Lucem terminante descripsi. Quapropter Radii, ut plurimum, eo modo in retinam procidunt, quo posui terminatos esse in papyrum λ ; atque adeò, propter misturam dissimilium, quæ ab oppositis partibus pupillæ adveniunt, Colores mutuò delebuntur, & convertentur in album; si objectum, quod intuemur, sit album; aut in illum quemlibet Colorem, quocum objectum tingitur, siquidem ille tunc ceteris debet prævalere. Ce-

De variis
Colorum
Phænomenis.

Pars II.
Sectio II.

TAB.
XXVII

Ceterum, ex hisce detegitur modus, quo omnia, quæ nudis Oculis intueamur, possint ita tingi Coloribus, ac si Prisma interponeretur, licet multò minùs manifestò. Idque si Radii per alteram partem pupillæ transituri, ab interpositione digiti vel cujuscumque obstaculi, prope Oculum intercipientur, dum Radii ingressuri alteram partem liberè transire permittantur. Hujusce verò rei duos casus non pigebit explicare; alterum, cum Radios intercipimus ad partes versùs objectum lucidius; posito nempe, quòd objecta duo, album & nigrum, juxta posita intueamur; & alterum, cum Radios intercipimus ad partes versùs nigrius. Sit (*Fig. 121.*) ergo, LB objectum lucidum, & BD obscurum, quorum terminus communis sit B, à quo Radii in Oculum *dl*, juxta oppositas partes pupillæ *Ff*, promanantes sint BF, & *Bf*; Radii autem secundùm lineam BF in Oculum pergentes, pro gradu Refrangibilitatis, refringantur versùs H, *r*, & K. E contra verò, qui pergunt in lineam *Bf*, refringantur versùs K, *r*, & H, ceteraque gradatim intermedia loca, prout de Lente modò explicui. Ponamus jam, quòd *eg* sit obstaculum, quo omnes Radii prope *f* lapsuri intercipiuntur, prætermisiss *Bg*, & ejusmodi aliis per F solummodo tendentibus; & constabit primò, quòd ex Radiis à diversis partibus objecti LB manantibus, qui veniunt à partibus versùs L in retinam incidunt propiùs ad *l*, quàm qui veniunt à partibus versùs B; siquidem in pupillà decussant. Et sic BD deberet Radios versùs H *r* emittere. Sed, cum illud BD, propter Nigredinem, nullos penè Radios in Oculum jaculetur, retina *ld*, non ultra versùs *d* illuminabitur, quàm ad H. Quinimo, non ad H usque illuminabitur, nisi à Radiis rubriformibus; viridiformes enim terminabuntur in *r*, & purpuriformes in K, spatio *lK* à purpuriformibus, *lr* à viridiformibus, & *lH* à rubriformibus illuminato. Quamobrem spatium *lK*, propter omnium Radium misturam, albescet ad instar objecti BL; sed in exiguo spatio HK, quod termino B respondet, Colores generabuntur, rubeus quidem ad H, propter solos rubriformes Radios illuc tendentes, & flavus ad *r*, propter misturam Viriditatis, Flavedinis, ac Rubedinis. Jam, cum omnia videantur pro more imaginum in Oculum

lum receptarum, constat objectum LB juxta extremitatem ejus B non distinctè cerni, sed Coloribus rubeo & flavo tingi.

De variis
Colorum
Phænomenis.

Ad eundem modum, si transferatur obstaculum *eg*, & ceteris stantibus, objecto interponatur & Oculo secundum adversas partes pupillæ, prout videre est ad EG, eò ut Radii juxta F intercipientur, Radiisque Bf in Oculum præter BG ingrediantur: constabit è contra, quòd, ex Radiis à toto BL profilientibus, purpuriformes occupabunt spatium Hl, viridiformes spatium rl, & rubriformes spatium Kl. Quare, spatio Kl, ut priùs, albescente, Color violaceus jam debet apparere in H, & cæruleus in r; & eapropter objecti LB extremitas B jam aliis tingitur Coloribus, violaceo & cæruleo.

Et ad eundem modum, si duo quælibet objecta, vel ejusdem objecti diversæ partes juxta positæ, gradu Lucis differant, et si alterum non sit omnino nigrum, tamen Colores apparebunt in eorum communi termino; rubeus quidem, & flavus, cùm obstaculum ad partes versùs objectum obscurius; violaceus autem, & cæruleus, cùm ad partes versùs objectum lucidius interponitur. Et, ut paucis rationem denuo comprehendam, necesse est, ut Radii ex unaquâvis parte pupillæ Colores producant, cùm Radii ex adversâ parte sistuntur, à quorum omnium misturâ oritur temperamentum Albedinis. An isthæc verò phænomena vulgò observantur, haud scio. Sanè, non sunt inventu nec expertu tam difficilia, nec ab iis, quæ CARTESIUS sub fine capitis undecimi de *Meteoris* edocuit, tam aliena, quin cuiquam potuissent occurrere; nisi fortè, quòd Colores illi propter tenuitatem vix sint sensibiles. Experimentum itaque fiat per objecta longinqua, quorum alterum sit nigerrimum, & alterum satis candidum ad feriendum sensum, sed non tantâ Luce resplendens, ut sensum obtundat, vel pupillam constringat. Nam, hujusmodi effectus sunt eò magis manifesti, quòd pupilla sit latior, & majori aperturâ Radiis ingredientibus pateat.

Sunt & alii insigniores effectus, Irides nempe, vel Coronæ, quales D. CARTESIUS circa candelam quondam observabat, & in *Meteoris* explicuit. Et, cùm illæ soleant apparere, quando

Is. Newtoni Opuscula. Tom. II.

L l

Oculi

Part II.
Sectio II.

Oculi figura aliquâ vi extrinsecus illatâ vitatur ; necesse est , ut à curvaturâ aliquâ , vel plicâ , in tunicis ejus de novo formatâ , oriantur. CrySTALLINO autem vis non imprimitur , nisi mediantibus humoribus , quibus undique cingitur ; & , cùm fluida facillimè cedant pressuris , humores illi vim quamlibet illatam ita per totam molem diffundent , ut crySTALLINUM vix possint inæqualiter premere , neque ideo figuram ejus vitare. Id enim experti sunt , qui aquis altè submerguntur ; nam , etsi tota aquarum moles incumbat illis , pressuram haud sentiunt , quæ tamen foret maximè sensibilis , si corporum submerforum partes ita premerentur inæqualiter , ut figuras eorum violare conarentur. Restat ergo , ut ejusmodi Coronarum , sive Iridum generatio vitiosis configurationibus tunicæ corneæ illatis tribuatur ; idque eò magis , quòd Radii maximam Refractionem in exteriori ejus superficie patiantur ; & proinde , per leviora ejus vitia à recto tramite detorqueri possint. Utut non pernegem , quin iis , qui laborant Oculis , rugæ aliquæ , (propter humorum defectum , aut excessum ,) in crySTALLINI superficiebus non minùs , quàm in tunicâ corneâ possint efformari. Nec non aliæ etiam Colorum causæ possunt evenire ; sed , cùm earum infinita sit varietas , & illæ sint eminentiores , quæ à vitiosis tunicæ corneæ figuris petuntur , non gravabor earum aliquod specimen exhibere ; unde ceterarum causæ facillè patebunt.

Notissimum est , quòd mollium partes non solum pressioni cedunt , in quas vis immediatè imprimitur , sed & aliæ etiam partes remotæ , prout vim partium immediatè pressarum sustinent. Et ipse nonnunquam observavi in laminis convexo-concavis & ex materiâ mediocriter rigidâ confectis , (quales ex coriis bubulis in morem segmenti superficiei sphaericæ contundendo formari possunt ,) quòd , cùm in meditullio , seu vertice , premuntur , non solum ibi cedunt tactui , sed & undique , ad instar vallis annularum collem depressæ vertici circumductum comprehendentis , intus flectuntur , idque citius & magis manifestò , si sint paulò rigidiores juxta verticem , quàm prope peripheriam. V. G. Sit *k n* (Fig. 122.,) lamina sphaericè convexo-concava , quæ circulari ejus extremitati , tanquam basi , incumbens , mole aliquâ , planâ &

TAB.
XXVII.

& ad basem ejus parallelâ, AB prematur; & manifestum erit, quòd hæc lamina maximè cedit pressioni in vertice n , ubi ab incumbente mole primò contingitur. Sed in aliis etiam locis, ut in λ & l ; possit etiam intus recedere, dum in locis intermediis, ut m & μ , partes assurgunt. Atque hæc ratione configurationem acquireret haud dissimilem aquæ undulanti, puteolo n referente centrum undarum, & ripâ m , μ , referente undarum primam valle λ , l , circumdatam. Et ad eundem modum possibile est, ut tres, vel plures, valles premendo descendant, quarum culmina internata sint pluribus undis se invicem subsequenter con-
 similia. Et hujusmodi configurationes, cessante pressione, possunt aliquandiu conservari, gradatim tamen evanescentes. Nam, ut primum pressio cessat, cavitas in n cessabit fortè, & partes ibi in convexitatem assurgent, & gradatim fient plùs plùsque convexæ, donec redeat figura, quam ante pressionem habuere; & sic ceterarum partium figuræ ad pristinum statum gradatim redibunt. Jam, cum tunica cornea ad modum præfatum convexo-concava sit, & mediocriter rigida, & circa medietatem ejus paulò crassior, & proinde rigidior, quàm juxta peripheriam; &, siquando figura ejus ab externâ pressione vitietur, probabile sit illam pressionem circa medietatem ejus maximâ ex parte contingere; itaque potest aliquando forsan accidere, quòd, cum premitur, non solum in apice cedat pressioni, sed quòd in pluribus etiam circulis apici concentricis parùm ascendat, & alternis vicibus descendat. Et hujusmodi rugæ concentricæ possunt etiam ex defectu humorum, quo tunicæ flaccescunt, nec non ex aliis fortè causis accidere, & quantumvis exiguæ sint, possunt tamen Radios ad alias atque alias partes retinæ refringere, & sic efficere, ut alii atque alii Colorum circuli appareant. Sed, ut videamus, quo pacto ex hujusmodi rugis Colores generari debent, ponamus Radios è longinquo manantes, sive parallelos, in superficiem k (Fig. 123.) ita, ut dictum est, intortam, & in eâ refractos, sisti deinde ab aliâ opacâ superficie EF. Et, cum hujus superficiei partes depressiores, Radios ad puncta remotiora congregent, quàm partes ascendentes, sive magis acclives, ponamus, quòd Radii

Ll 2

circa

De variis
 Colorum
 Phænomenis.

TAB.
 XXVII.

Pars II.
Sectio II.

circa meditullium ejus $m n \mu$, ubi maximè deprimitur, congregantur ad G; & quòd à partibus l , & λ , maximà acclivitate surgentibus, congregantur ad I; & sic, quòd à partibus k , & κ , ubi rursus deprimitur, congregantur ad H; & quòd ab intermediis partibus congregantur ad intermedia puncta. Ductis ergo $m G$, & μG ; $l I$, & λI ; $k H$, & κH , occurrentibus superficiei, seu obstaculo EF, in punctis r , & ρ ; π , & p ; R, & P; nec non axe GHI occurrente eidem EF in puncto o , ut & refringenti superficiei $k \kappa$ in puncto n , & posito quòd ista EF interjaceat punctis H, & I; manifestum erit perpendenti Refractiones hujus $k \kappa$ in singulis ejus punctis à centro n successivè ad extremitates k , vel κ , quòd Radii, prout longiùs ab n versùs m per refringentem superficiem trajiciuntur, incidant in obstaculum EF longiùs ab o versùs r , adusque certum terminum, puta, dum ad Radium $m r$ deventum sit: deinde, quòd, factò regressu, incidant propiùs ad o , & postea ad alteras ejus partes pergant, donec iterum fiat elongatio maxima, velut in p , cùm deventum est ad Radium $l p$; tum denuo revertantur Radiorum occurfus, idque continuò, prout ab l versùs k procedit Refractio, donec tertio terminentur, quemadmodum in R, occurfu Radii $k R$. Ad eundem modum Lux inter n , & κ , refracta terminabitur in punctis ρ , π , & P. Atque etiam, si plures essent rugæ, plures forent Lucis terminationes. Ceterùm, de Luce per spatium $r \rho$ diffusà, cùm causa, quòd extra vagatur punctum o usque ad terminos r , & ρ , sit ejus parva Refractio propè m , & μ , sequitur, quòd Radii minùs refrangibiles, hoc est, rubriformes, debent magis extravagari, & proinde terminus Lucis r , vel ρ , debet Rubedine tingi; & sic, de Luce per spatium πp diffusà, cùm causa, quòd extravagatur punctum o usque ad terminos p , & π , sit ejus nimia Refractio propè l , & λ , sequitur, quòd Radii magis refrangibiles, hoc est, purpureum & cæruleum pingentes, debent longiùs deviare, & Colores eorum in exteriori parte termini p , & π , depingere; unde, in interiori ejusdem termini parte rubriformes Radii ad suos etiam Colores depingendos debent prævalere. Et simili ratione, Radii circa k , & κ , refracti, si sint rubriformes, tendent ad exteriorè partem termini R, & P; & ad inter-

teriore, si sint cæruleiformes. Et sic tres habebuntur Irides; RP, De variis
extra rubea, & intra cærulea; $p\pi$, extra cærulea, & intra ru- Colorum
bea; $r\rho$, extra rubea, quæ etiam debet esse intra cærulea, nisi Phænomenis.
fortè, quòd Color ille à rubeo, propter parvitatem Refractionis
in μ , & m , haud satis cernitur, ut fiat sensibilis, & propterea
quòd multum obscuratur à copiâ Lucis undique per $r\rho\rho$, locum
imaginis lucidæ, quam cingunt Irides sparsæ. Harum verò Iridum
formæ & relationes inter se possunt variis modis mutari, idque,
non tantum è variis formis, quas superficies kx possit induere, sed
etiam è variis distantis inter hanc kx , & obstaculum EF. Ut,
si statuantur paulò magis distantes, quàm designavi, circuli RP,
& πp , possunt coincidere, & mutuos Colores delere, coeuntes
in albicantem circulum. Sin magis adhuc distent, Iris πp cadet ex-
tra Iridem RP. Quòd si EF statuatur ad locum I, hæc Iris πp
evanescet; & potest etiam coincidere cum Iride $r\rho$, si EF paulò
ultra, vel citrà locum I statuatur. Jam verò horum omnium ad
Oculum facilis est applicatio, posito quòd obstaculum EF fun-
dum ejus referat, & kx tunicam corneam ab externâ vi, aut
interno aliquo vitio, perperam curvatam. Quinetiam, ex his non
modò generalis causâ harum Iridum declaratur, sed pro quibussli-
bet ejusmodi particularibus apparentis causæ etiam particulares
assignari posse videntur. Quemadmodum, si cui fax appareat uni-
câ tantum Iride cincta, cujus pars exterior rubet, interior verò,
vel alba, vel fortè nonnihil cærulea appareat; exinde concludi
posse videtur, quòd cornea circa medietatem ejus sit paulò depres-
sior, quàm solet esse sine aliquâ rugâ, qualem ad $l\lambda$ descripsi.
Efficit enim illa depressio, ut Radii ab eodem puncto objecti ve-
nientes ad puncta longè post retinam conveniant, & qui, proinde
in retinâ spatium aliquod, (quasi est $r\rho\rho$,) occupabunt, cujus
peripheria, (ut modò ostendi,) rubeo Colore ad exteriorem ejus
partem tingetur, & albo, vel dilutè cæruleo, ad interiorem. Et,
quò major hujusmodi Iris appareat, eò magis ad interiorem ejus
partem debet cæruleo tingi. Potest etiam hujusmodi Iris, prop-
ter annularem rugam, accidere; modò tunicæ corneæ figura in
meditullio non simul vitietur.

L 1 3

Quòd

Pars II.
Sectio II.

T A B.
XXVIII.

Quòd si duæ Irides appareant, illud ex utrâque causâ conjunctâ petendum est; corneâ nempe, tum in medio, tum juxta peripheriam pupillæ, depressâ. In hujus rei illustrationem adhibeamus casum, quem CARTESIUS de se ipso in *Meteoris* Cap. 9. ad hunc modum describit. Cùm noctu, inquit, navigarem, & totâ illâ vespërâ caput cubito innisus, manu Oculum dextrum clausissem, altero interim versùs Cœlum respiciens, candela, ubi eram, allata est, & tunc aperto utroque Oculo, duos circulos flammam coronantes aspexi, Colore tam acri, & florido, quàm unquam in arcu cœlesti me vidisse memini. AB (*Fig. 124.*,) est maximus, qui ruber erat in A, & cæruleus in B; CD minimus, qui etiam ruber in C, sed albus versus D, ubi ad flammam usque extendebatur. Oculo dextro postea iterum clauso, notavi has Coronas evanescere; & contra, illo operto & sinistro clauso, permanere. Unde, certò cognovi illas non aliunde oriri, quàm ex novâ conformatione, vel qualitate, quam dexter Oculus acquisiverat, dum ipsum ita clausum tenueram, & propter quam non modò maxima pars Radiorum, quos ex flammâ admittebat, ipsius imaginem in O, ubi congregabantur, pingebant: sed etiam nonnulli ex iis ita detorquebantur, ut per totum spatium r_g spargerentur, ubi pingebant Coronam CD, & nonnulli alii per totum spatium RP, ubi coronam AB etiam pingebant. Cùm itaque CARTESIUS hæc viderit, postquam per totam vespëram cubito innixus erat; rugæ, quales explicui, potuerunt imprimi, unde necesse erat ejusmodi Coronas apparere; & quòd tres Coronæ non apparebant, illâ scilicet non apparente, cujus partem anteriorem cæruleam esse descripsi, & partem posteriorem rubeam, id ex eo venire debuit, quòd Radii in l , & λ , refracti, ex quibus hanc Coronam generari deberet, haud citiùs, quàm ad retinam, convergebant, aut potiùs non tam citò. Non enim probabile videtur, quòd tunicæ corneæ pars aliqua ab externâ pressione possit fieri solito convexior; & nisi hoc eveniat, Radii illi non possunt citiùs, quàm ad retinam, convenire. Illa verò tertia Corona non potest apparere, nisi citiùs, (ut ad I,) conveniant. Si longè ultra convergant, Coronam tunc quidem deberent efficere, sed
cujus

Fig. 120.

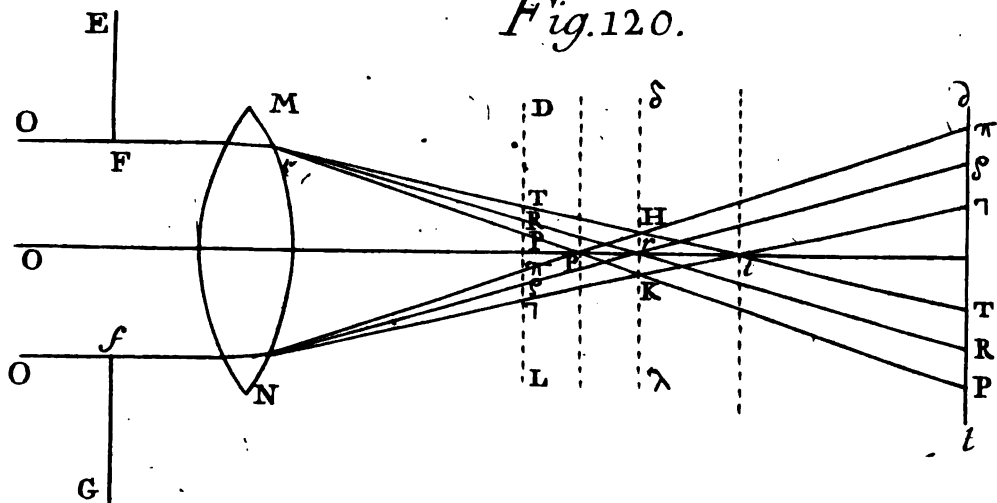


Fig. 121.

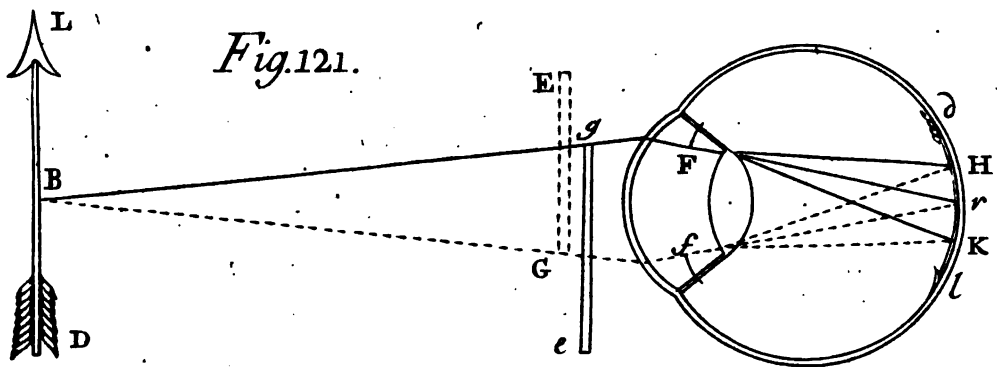


Fig. 122.

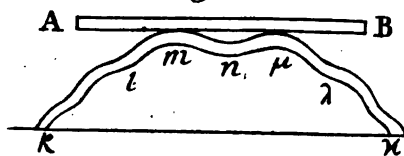
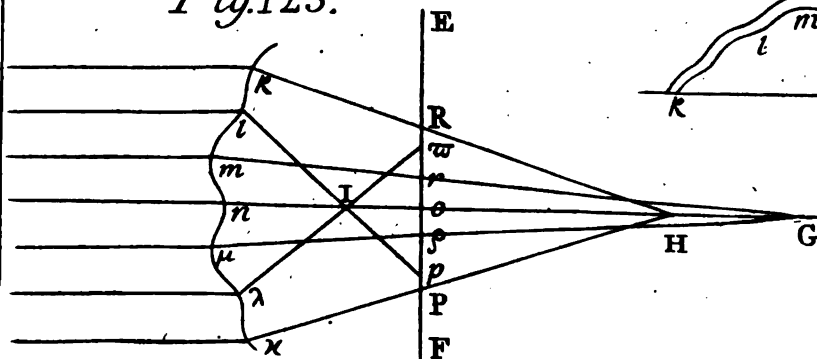


Fig. 123.



cujus pars exterior rubesceret , & tunc tres Coronæ in exteriori eorum parte rubeæ conspicerentur. Sed in hisce videar nimius , præsertim , cùm tanta causarum varietas , non solum à tunica corneâ , sed humore cristallino , & aliunde etiam peti possunt , ut haud sit difficile plures assignare , quæ eosdem quoslibet effectus diversis temporibus producant. Nescio tamen , an operæ pretium sit annotare causam Radium à lucidis corporibus , hinc inde , ad instar trabium , in longum protensarum , cùm Oculis penè clausis aspiciamus. Nempe humiditas , quæ , inter cilia & tunicam corneam versatur , secundum extremitates ciliorum parum assurgit. Sicut aqua vasi imposita altius assurgit , ubi à vase terminatur , quàm alibi ; quo pacto fit , ut aliqui Radii ab hac humiditate prius refringantur , quàm attingant tunicam corneam , & sursum detorqueantur in confinio superioris cili , ac deorsum in confinio inferioris.

Supereft jam mirum illud cælestis arcus spectaculum , ad cuius explicationem * CARTESIUS viam stravit. Huic enim debetur , quòd in guttis aquæ pluvialis decidentibus efformari cognoscimus. Quemadmodum ex eo constat , quòd nunquam videtur , nisi Cœlo pluyente ; quòd , Sole pluviam decidentem illustrante , in vicis nonnunquam apparuit , quasi non in Cœlo collocatus , sed in aere vicino , super oppositarum domuum parietibus affixus , vel

po-

* NEWTONUS postea intellexit alios , ante CARTESIUM hujus phænomeni causam inuenisse , ut verba ejus sequentia testantur.

Hodie convenit inter omnes , arcum istum Refractione Luminis solaris in guttulis pluviae cadentis effici. Intellexerunt hoc etiam antiquorum nonnulli : inter recentiores autem plenius id invenit , uberiùsque explicavit celeberrimus ANTONIUS DE DOMINIS Archiepiscopus Spalatensis , in libro suo de Radiis visis & Lucis , quem ante annos , amplius , viginti scriptum , in lucem tandem edidit amicus suus BARTOLUS , Venetiis anno 1611. In eo enim libro ostendit Vir celeberrimus , quemadmodum arcus interior , binis Refractionibus Radium Solis , singulisque Reflexionibus inter binas istas Refractiones intervenientibus , in rotundis pluviae guttis effingatur ; exterior autem arcus , binis Refractionibus , binisque itidem Reflexionibus interjectis , in similibus aquæ guttis efficiatur. Suamque is explicandi rationem experimentis comprobavit , in phialâ aquæ plenâ , & globis vitreis aquæ plenis , in Sole collocatis ; quò duorum arcuum istorum Colores , in illis se exhiberent contemplandos. Porro , eandem explicandi rationem persecutus est CARTESIUS in Meteoris suis ; eamque , quæ est de arcu exteriori , insuper emendavit. NEWT. Opt. Lib. I. Parr. II. Prop. IX.

Part II.
Sectio II.

TAB.
XXVIII.

potius interjectus; quòd aqua per artificium aliquod sparsim ejaculata Iridem ostendit; & quòd gramen rore matutino, quasi guttulis minutissimis, conspersum Colores etiam Iridis exhibet. Huic etiam debetur ingeniosissima de Refractionibus guttæ, & earum limitibus, inventio, sed causam physicam minùs feliciter aggressus est. Hanc itaque ut intelligatis, concipite Radium AN (Fig. 125.) in globum NFG ad N incidere, & inde versùs F refringi, ubi rursus, vel refringitur versùs V, vel fortè reflectitur ad G. Et, si posterius eveniat, tunc iterum in G, vel refringitur ad R, vel reflectitur ad H, & sic deinceps; ita ut, Radiis globum ingredientibus, aliqui, ut NFV, statim egrediantur, nullam Reflexionem passi; alii, ut FGR, post unam Reflexionem; & alii, ut GHS, post duas; aliique post tres, vel etiam plures. Jam verò, cum guttæ pluviales respectu distantiae ab Oculo Spectatoris, sint admodum exiguae, ut physicè pro punctis haberi possint, non opus est, ut earum magnitudines omnino consideremus, sed angulos tantùm, quos, incidentes cum emergentibus Radiis, comprehendunt: nam, ubi anguli illi sunt maximi vel minimi, emergentes Radii sunt solito confertiores; &, quia diversis Radiorum generibus diversi competunt anguli maximi vel minimi, singula ad diversas plagas confertissimè tendentia in iisdem prævalebunt ad Colores proprios exhibendos. Anguli itaque maximi vel minimi, quos singulorum generum emergentes Radii cum incidentibus possunt constituere, determinandi sunt, ut horum phænomenon rationes rectè percipiamus.

Scilicet in Coroll. I & II, Prop. XXXV*, ostensum est emergentem Radium GR ad incidentem AN minimè inclinari, cum sit $3 RR. II - RR :: CNq. NDq.$ Et $I. 2R :: ND. NE$, posito nempe I ad R ut sinus Incidentiæ ad sinum Refractionis; & ex hinc inventis ND, & NE, dabitur positio GR.

Sit, exempli gratiâ, pro Radiis maximè refrangibilibus, sinus Incidentiæ ad sinum Refractionis, sive I ad R, ut 185 ad 138, prout in aquâ pluviali proximè comperi, & erit 57132. 15181 :: (3 RR. II - RR ::) CNq. NDq; adeoque $DN = \sqrt{\frac{15181}{57132}} \times CN$

* Pag. 175. hujus.

$\times \text{CN} = \frac{5155}{10000} \text{CN}$. Unde, per tabulam finuum, datur arcus NL, 62 grad. 4 min. Præterea, cum fit I. 2R :: ND. NE

De variis
Colorum
Phænomenis.

:: 185. 276 :: $\frac{5155}{10000} \text{CN}$. NE; erit NE = $\frac{7691}{10000} \text{CN}$. Et inde

etiam, per tabulam finuum, datur arcus NF, 100 grad. 32 min. Subduc jam duplum arcus NF ex aggregato arcus NL & 180 grad., sive femicirculi, & restabit 41 grad. 0 min., pro inclinatione Radii RG ad Radium AN, sive pro angulo AXR; productis nempe AN & NG donec in X conveniant. Et hic angulus est, sub quo intus, sive cæruleus, limbus Iridis hujus apparere debet, sive minima ejus semidiameter.

Ad eundem modum, pro Radiis minimè refrangibilibus, posito sinu Incidentiæ ad sinum Refractionis, ut 182 ad 138, uti dimensus sum, invenietur ND = $\frac{5028}{10000} \text{CN}$; & NE = $\frac{7533}{10000} \times \text{CN}$; indeque, per tabulam finuum, arcus NL erit, 60 grad. 22 min., & arcus NF, 98 grad. 38 min. Adeoque angulus AXR, 43 grad. 6 min., sub quo extus, sive rubeus, hujus Iridis limbus apparebit. Itaque maxima ejus semidiameter est, 43 grad. 6 min. A quâ si auferatur minima semidiameter, 42 grad. 0 min., emergit Iridis crassities, 2 grad. 0 min., circiter, vel potius 2 grad. 37 min., additâ diametro Solis, 37 min. Sed, cum Colores in extremitatibus ad utrumque limbum debiliores sint, quàm quò, propter nubium conterminarum splendorem, videri possunt, sensibilis ejus crassities duos gradus vix excedet.

Haud secus determinantur exterioris Iridis dimensiones. Nam ostensum est in Corol. I & II, Prop. XXXVI*, emergentem Radium HS ad incidentem AN maximè inclinari, cum fit 8 RR. II — RR :: NCq. NDq. : Et I. 3R :: ND. NE. Quamobrem, pro Radium maximè refrangibilium sinibus I, & R, substitutis numeris 185, & 138, ut supra, obtinebuntur ND = $\frac{3157}{10000} \text{CN}$, & NE = $\frac{7064}{10000} \text{CN}$; & inde, per tabulam finuum, arcus NL, 36 grad. 48 min., & arcus NF, 89 grad.

Newtoni Opuscula. Tom. II.

M m

53

Pag. 176. hujus.

Part II.
Sectio II.

53 min. Atque adeò angulus AYS = 52 grad. 51 min., qui erit maxima semidiameter Iridis hujus. Et similiter, pro Radiorum minimè refrangibilium sinibus I, & R, substituendo numeros supra positos 183, 138, emergent $ND = \frac{3079}{10000} CN$, &

$NE = \frac{6965}{10000} CN$. Unde, per tabulam sinuum, eliciuntur arcus

NL, 35 grad. 52 min. & arcus NF, 88 grad. 18 min. Adeòque angulus AYS erit, 49 grad. 2 min.; Iridis nempe minima semidiameter. Quamobrem, si à maximâ semidiametro, 52 grad. 51 min., auferatur minima, 49 grad. 2 min., & residuo addatur diameter Solis, 31 min., emerget hujus Iridis crassities, 4 grad. 20 min.. Sed, propter majorem hujus, quàm interioris Iridis obscuritatem, Colores vix ultra crassitiem trium graduum, vel trium & semissis, videri posse conjicio.

Jam verò, ut harum Iridum rationes conspectui distinctè exhibeam, funto E, F, & G, guttæ per aerem utcunque sparsæ; SE, SF, SG, Radii solares parallelè incidentes in guttas; EM, EN, & EO, Radii diversè refrangibiles, è guttâ E post unam Reflexionem emergentes; atque FN, FO, FP, & GO, GP, GQ confimiles Radii emergentes è guttis F, ac G; nempe EO, FP, GQ, maximè refrangibiles, & EM, FN, GO, minimè refrangibiles, &c. Jam, si Spectantis Oculus ad O consistat, ex hypothesi manifestum est, quòd, è Radiis, quos gutta E post unam Reflexionem emittit, soli maximè refrangibiles, seu cæruleiformes, quales EO, impingant in Oculum, reliquis, ut in EN, & EM, propter minorem Refractionem præterlabentibus. Et proinde cæruleus Color ad E conspicietur. E Radiis autem, quos gutta G post unam Reflexionem emittit, maximè refrangibiles, quales GQ, præteribunt Oculum; propterea quòd Radio EO paralleli sunt; & alterius generis Radii, puta, minimè refrangibiles, seu rubriformes, quales GO, in eum impingent; unde Rubor apparebit in G; & simili discursu, gutta F in medio inter E ac G posita, Radios mediocriter refrangibiles, ut FO, in Oculum immittet, reliquis, ut FN, FP, utrinque præterlabentibus: indé-

Fig. 124.

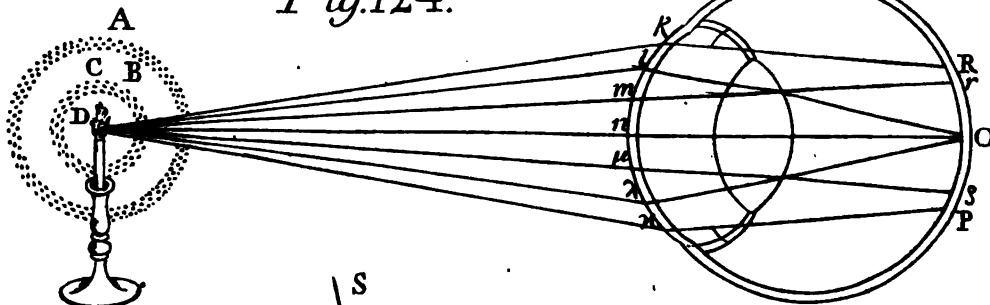


Fig. 125.

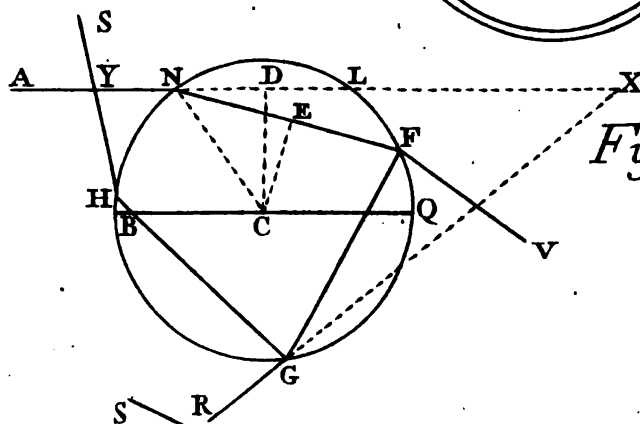
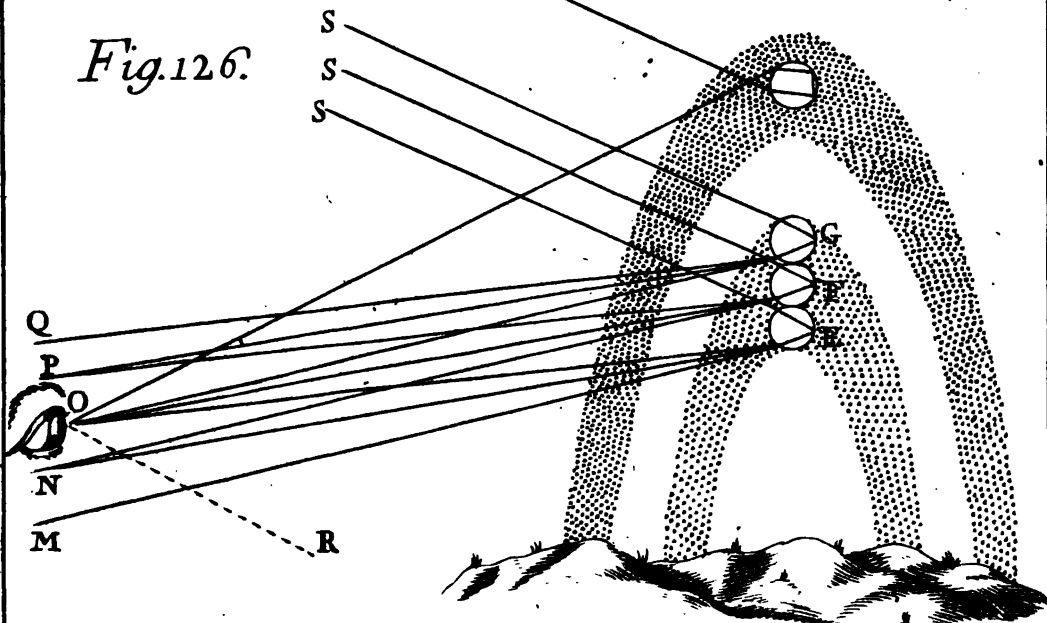


Fig. 126.



indéque Viriditas cernetur ad F. Eadem est ratio guttarum omnium ad easdem cum his guttis apparentes distantias, ab axe OR, qui per Solem & Oculum transit, positarum; & proinde ad distantias illas Colores undique apparebunt, hoc est, arcus variegatus, cujus interior limbus cæruleo, exterior rubro, & mediæ partes mediis Coloribus tingantur, existente angulo O G Q, five G O E, hoc est, latitudine arcûs, duorum circiter graduum, juxta ea, quæ jam antè ostendi; estque similis discursus de arcu exteriori, nisi quòd ordo Colorum, propter contrariam Radium inflexionem, contrarius evadat. Guttæ autem, quæ extra hos arcus ex unâ parte sitæ sunt, Radios omnino nullos, post unam, vel duas Reflexiones, duâsque Refractiones, in Oculum immittent; ex alterâ autem parte omnigenos permixtos, eosque ferè insensibiles, & proinde nulla hujusmodi phænomena exhibere possunt, sed Cælum in illis locis Colore solito apparebit.

De variis
Colorum
Phænomenis.

Præter phænomena Colorum, de quibus egimus, sunt adhuc alia haud pauca, (præsertim circa Colores pertenuium lamellarum pellucidarum, quales sunt bullarum aquosi orbes, & aer inter vitra duo compressus, multarumque rerum cuticulæ pertenues,) quorum causa & mensura absque ratiociniis mathematicis vix possunt accuratè determinari: sed in hisce videor nimius fuisse, & proinde jam ad partes Matheos magis abstractas me convertere decrevi.

F I N I S.



OPUS.

OPUSCULUM XIX.

Continens

ISAACI NEWTONI,
EQUITIS AURATI,
SCRIPTA

Inferta

TRANSACTIONIBUS PHILOSOPHICIS REGIÆ
SOCIETATIS LONDINENSIS.

Sub Num^{is}. 80. 81. 82. 83. 84. 85. 88. 96. 97. 110. 121.
128.

ARTIC. I.

ISAACI NEWTONI

Mathematicum Professoris in Universitate
CANTABRIGIENSI

EPISTOLA

Continens novam ejus theoriam

DE LUCE ET COLORIBUS

Ab Authore ad Editorem data Cantabrigiæ A. D. fœctum Februa-
rii Anno 1671, ut cum Regiâ Societate communicaretur.

DOMINE

EXSOLUTURUS quæ tibi promiferam, omiffis omnibus verbis
merè officiofis, fimpliciter dicam, quòd ineunte Anno 1666,
(quo tempore operam dabam conficiendis opticis vitris figurarum
à fphæricâ diverfarum,) mihi vitreum Prifma triangulare paravi,
eo notiffima phænomena Colorum experturus. Cùm idcirco Cu-
biculum meum obfcurum reddidiffem, parvóque foramine ligneam
feneftram pertuiffem, quò fatiſ Lucis à Sole venientis intrare poſ-
fet, illam ingredientem Prifmate excepi, quo refracta fuit in pa-
rietem oppofitum. Et primò quidem me non parvâ voluptate
affecerunt vividi & intenfi Colores ita prodeuntes; paulò poſt
verò, cùm eos majori curâ & attentione confiderarem, in oblon-
gam figuram diductos miratus fum; ſiquidem putabam fore, ut,
juxta

Trans Phil.
19 Menſ.
Febr. An.
1671.
Num. 80.
pag 3075.

Num. 80. juxta receptas Refractionum Leges, in circularem sese contraherent. Utrunque rectis lineis terminabantur, sed difficile fuisset, ob Lucem gradatim evanescentem, extremitatum figuram accuratè definire, quæ tamen visa est semicircularis.

Colorati hujus *Spe&tri* longitudinem cum latitudine collatam, quinquies, præter-propter, hac majorem inveni; quæ tanta inæqualitas maximam mihi cupiditatem iniecit requirendi unde-nam oriretur. Quamquam credere vix poteram varias Vitrorum crassitudines, aut Lucis & Umbræ vel Obscuritatis fines tantum in Lucem posse, ut quid tale efficerent; tamen non extra rem putavi circumstantias istas primùm ad examen revocare, & sic perspicere, quid accideret cùm Lux transmitteretur per inæqualiter crassas Vitri partes, aut per fenestræ foramina plùs vel minùs lata, aut per Prisma extra fenestram positum ita, ut Lux per illud transmearet, Refractionem patiens antequam à foramine coarctaretur: sed harum rerum nullam alicujus momenti comperi; semper enim eadem fuit Colorum figura.

Tunc suspicatus sum Colores ita dilatari, quòd Vitrum esset inæquale, aut quâvis aliâ ratione fortuitò vitiosum. Experturus an id verum esset, sumpsi aliud Prisma primo simile, quod ita statui, ut Lux per utrumque transiens, refringi posset ad contrarias partes, & hoc pacto à secundo redigi in viam, à quâ primùm illam detorserat: Sic enim futurum existimabam, ut, quæ primum Prisma secundùm naturæ leges effecerat, à secundo Prismate destruerentur, augescerent autem ob plures Refractiones, quæ contra has leges accidissent. Exitus verò fuit, quòd Lux, quæ à primo Prismate in oblongum spatium diffusa fuerat, à secundo in orbiculare coercita fuit accuratiùs, quàm si per neutrum transmeasset. * Igitur, quæcunque demum sit hujus longitudinis causâ, ea certè non est fortuita quædam anomalia.

Coepi igitur diligentius ac subtilius rimari, quid efficere posset diversa Incidentia Radiorum à diversis Solis partibus promanantium; quâ de causâ metitus sum lineas, & angulos ad Imaginem spectantes. Ea à foramine vel Prismate distabat viginti duo-

* Hujus experimenti explicationem vide infra.

duobus pedibus; maxima ejus longitudo erat tredecim pollicum cum quadrante; latitudo autem pollicum duorum cum quinque octantibus; & foraminis diameter trium linearum, seu quartæ pollicis partis; at angulus, quem Radii mediam Imaginem versùs tendentes conficiebant cum lineis, quas percurrissent nisi refracti fuissent, erat graduum quadraginta quatuor & minutorum quinquaginta sex; Verticalis autem angulus Prismatis erat sexaginta trium graduum, & duodecim minutorum. Refractiones, quæ ex utroque Prismatis latere accidebant, id est, quas Radii, tum incidentes, tum emergentes patiebantur, erant, quàm potui accuratissimè, æquales, & ideò graduum quinquaginta quatuor cum quatuor minutis, circiter. Radii verò ad rectos angulos in parietem incidebant. Jam, subductâ foraminis diametro ex Imaginis longitudine & latitudine, superest Imago longa tredecim pollicibus, & lata duobus cum tribus octantibus; quæ latitudo concludebatur Radiis per foraminis centrum transeuntibus; & idcirco angulus foraminis, quem hæc latitudo subtendebat, erat minuti unius supra triginta, respondens diametro Solis; sed angulus, quem subtendebat Imaginis latitudo, major erat, quàm ejus diametri quintuplum, utpote duorum graduum cum quadraginta novem minutis.

His observationibus factis, primùm ex illis collegi vim refractivam vitri, quam, dimensus per Sinuum rationem, inveni ut 20 ad 31; ac, deinde, ex hac ratione computavi Refractiones duorum Radiorum profluentium ab oppositis *Disci* solaris partibus, quorum Obliquitates, vel Incidentias, differre posui triginta minutis cum uno; & comperi, quòd Radii emergentes comprehendere debebant angulum unius minuti supra triginta, ut antè quàm fierent incidentes.

Sed, cum hæc supputatio inniteretur hac hypothefi, quòd eandem proportionem servant sinus Incidentiæ & Refractionis; & cum ne mea quidem experimenta me inducere possent, ut eam hypothefim adeò à vero alienam crederem, ut angulum, qui re ipsa erat duorum graduum, & quadraginta novem minutorum, contraheret ad minuta triginta & unum; mihi temperare non

Is. Newtoni Opuscula. Tom. II.

N n

potui,

Theoria
nova de
Luce &
Coloribus.

Num. 80. potui, quin rursus Prisma sumerem; quo, ut prius, fenestræ admoto, observavi, quòd, licet illud circa axem suum aliquantisper ultrà citràque converterem ita, ut ejus obliquitates ad Lucem differrent plusquàm Angulo quatuor vel quinque graduum, attamen Colores, situm in pariete, (quod quidem sensibus percipi posset,) non mutabant; unde conficitur, quòd Incidentiæ mutatio nullam inducit in Refractionis quantitate mutationem, quæ sub sensibus cadat. Igitur hoc experimento, æquè ac superiori supputatione mihi liquebat, quòd diversitas angulorum, sub quibus incidunt Radii à diversis Solis partibus ejaculati, efficere non potest, ut, postquàm sese decussaverunt, divergant sub angulo, qui sensibus major videatur illo, sub quo convergebant; cùm verò hic, ut plurimum, sit triginta & unius, aut triginta & duorum minutorum, circiter, eruenda adhuc restat aliqua alia causa, quâ crescere possit ad gradus duos cum quadraginta novem minutis.

Quapropter dubitare coepi, an non Radii, postquàm Prisma transmeaverunt, per curvas lineas ferrentur, &, pro majore aut minore illarum curvitate, ad diversas parietis partes tenderent. Quæ suspicio ex eo confirmabatur, quod memineram me sæpius animadvertisse in Sphæristeriis, nempe quòd pila obliquo reticulo impulsà curvam lineam describit. Cùm enim impulsu isto pila circumrotari simul & progredi cogatur, ejus partes, quæ ibi sunt, ubi motus ambo conspirant, aerem contiguum comprimere, & percutere majori violentiâ debent, quàm ceteræ, & hoc pacto proportionaliter majorem aeris reluctantiâ & reactionem excitare. Eadem ratione, si Lucis Radii fortè essent corpora orbicularia, quæ, dum ex medio in aliud transeunt, motum circularem acquirerent, iis magis resistere deberet Aether ambiens, ubi motus conspirant, & illa idcirco contrarias partes versùs sine intermissione deflecti. Sed, quamquam hæc suspicio plausibili isto fundamento nitebatur, nullam curvitatē, rem ad trutinam revocans, deprehendi. Quinimo perspexi, (quod proposito meo satis erat,) differentias inter Imaginis longitudinem & foraminis diametrum per quod Lux transmittebatur, esse intervallis, quibus foramen & Imago distabant, proportionales.

Succes-

Successiva suspicionum istarum remotio me tandem adduxit ad *Experimentum Crucis*, quod hujuscemodi fuit. Sumpsi duos asseres, quorum alterum collocavi statim post Prisma ad fenestram, ita ut Lux transmitti posset per parvum foramen in eo factum ob id ipsum, & cadere super alterum asserem à primo duodecim, circiter, pedes distitum, quem quoque parvo foramine antea pertuderam, ut aliqua Lucis incidentis pars transfret. Deinde post secundum hunc asserem posui aliud Prisma, ita ut Lux per ambos transjecta, per secundum Prisma quoque transfigeretur, & hoc pacto iterum refringeretur, antequàm ad parietem perveniret. Hisce sic dispositis, primum Prisma manibus sumpsi, illudque lentè hinc illinc super Axem suum convertere coepi, donec variæ Spectri in secundum asserem cadentis partes una post aliam transirent per ejus foramen; quò sic mihi observare liceret in quas demum parietis plagas Prisma secundum illas refringeret. Cum autem diversæ Spectri partes diversa in pariete loca occuparent, hinc perspexi, quòd Lux tendens ad illam Imaginis extremitatem, versùs quam fiebat primi Prismatis Refractio, multò majorem, quàm Lux oppositam extremitatem petens, à secundo Prismate Refractionem acceperat.

Unde patet veram Imaginis sic exporrectæ causam hanc unam esse, quòd, scilicet, *Lux constat ex Radiis, quorum alii aliis magis refrangibiles sunt*; qui nullà Incidentiæ ratione habità, pro peculiaribus Refrangibilitatis gradibus, ad diversas oppositi parietis partes transmittuntur.

Postquam hoc intellexi, circa vitra laborare destiti; noveram enim Telescopia perfectiora hucusque haberi non potuisse, non solum quia deerant vitra reipsà prædita figuris, quas Optici Auctores præscriperant, (quod omnes hactenus crediderant,) sed etiam quia *Lux ipsa est mixtura quædam heterogenea composita ex Radiis diversè refrangibilibus*: ita ut, quamvis haberetur vitrum adeò diligenter figuratum, ut unumquodque Radiorum genus in unum idemque punctum colligeret, attamen nunquam in illud idem punctum cogere posset etiam eos, qui, cùm in idem medium sub eadem Incidentiâ cadant, apti sunt ad diversam Refrangibilitatem

Num. 80.

tem patiendam. Quinimò, mirabar, cùm differentia Refrangibilitatum tanta sit quantam inveni, Telescopia illà, quã gaudent, perfectione donari potuisse : Nam, dimetiens Refractiones unius ex meis Prismatibus, reperi, quòd, posito sinu Incidentiæ super aliquod ex ejus planis quadraginta quatuor partium, sinus Refractionis plurimorum ex Radiis rubeam Colorum extremitatem occupantibus, & ex vitro in aerem prodeuntibus, erat sexaginta octo partium; at sinus Refractionis plurimorum ex Radiis alteram Extremitatem obtinentibus, sexaginta novem partium; ita ut discrimen sit, circiter, viginti quatuor vel viginti quinque partium totius Refractionis. Quã de causâ vitrum objectivum cujusvis Telescopii Radios omnes ab aliquo Objecti puncto promanantes coarctare magis nequit, quàm in spatium circulare, cujus diameter est quinquagesima pars diametri, quã vitrum ipsum patet; quæ aberratio aliquoties centupla est ejus, quam Lens sphærica, quæ, ut vitra objectiva longorum Telescopiorum, est exiguum suæ Sphæræ segmentum, gignere posset ineptitudine figuræ, si Lux esset uniformis.

Hæc me duxerunt ad Reflexiones considerandas, quas cùm sibi constare reperivissem, ita ut in omnibus Radiorum generibus esset Angulus Reflexionis par angulo Incidentiæ, intellexi quòd, earum ope, instrumenta optica poterant ad quemlibet perfectionis gradum extolli; dummodo reperire liceret Substantia reflectens, quæ accuratam polituram, æquè ac vitrum, reciperet, & tantum Lucis reflecteret, quantum transmittit vitrum; ac dummodo consequi liceret rationem illius parabolicâ figurâ donandæ. Sed hæc difficultates maximæ videbantur; & ferè insuperabiles illas putabam, cùm præterea in mentem venit, quòd quivis error, superficiem refringentem deformans, Radios à recto itinere magis detorquet quinquies aut sexies, quàm similis error in superficie refringente: Quapropter major cura adhibenda est in his, quàm in refringentibus vitris efformandis.

Interea, superveniens pestilentia me Cantabrigiâ exire coegit Anno 1666, & plusquam duo Anni elapsi sunt antequam ulterius progressus sum. Cùm autem tunc excogitasset mollem quandam polien-

poliendi rationem Metallis aptam, quâ tandem credidi me figuras correctas habiturum; aggressus sum tentare quidnam in hac re confici posset, & gradatim perfecti instrumentum, (quoad partes constituentes simile illi, quod *Londinum* misi,) quo videre poteram quatuor *Jovis* Satellites, illósque ostendi pluries duobus Amicis. Poteram quoque observare lunares *Veneris* Phases, sed non satis distinctè, neque sine aliquâ curâ in instrumento collocando.

Ex eo tempore interpellatus fui, donec proximè elapso Autumno, instrumentum aliud confeci. Quod quia est non parum melius primo (præsertim pro objectis diurnæ Luci expositis,) nullus dubito, quin instrumentum hoc multò perfectius reddi possit conatibus eorum, qui, ut ex te audiui, operam illi *Londini* navant.

Sæpiùs cogitavi de construendo Microscopio, quod pro vitro objectivo haberet laminam ex Metallo reflectentem. Etenim hæc instrumenta ad majorem perfectionem, quàm nunc habent, adduci posse videntur æquè ac Telescopia, & fortasse magis; siquidem Microscopia opus habent unâ Metallî laminâ reflectente, ut videri potest in Diagrammate, (*Fig. 1.*,) in quo AB est Objectivum ex Metallo; CD vitrum Oculare; F communis amborum Focus; O Focus alter Objectivi ex Metallo conflati, ubi Objectum est locatum. T A B. I.

Sed, ut è diverticulo in viam, dicebam quòd Lucis partes similes non sunt aut homogeneæ, sed quòd Lux constat ex diversi generis Radiis, quorum aliqui magis refrangibiles sunt quàm alii; ita ut ex iis, qui similiter incidunt in idem mediùm, nonnulli magis quàm ceteri refringantur, non aliquâ facultate vitri, sive cujusvis externæ causæ, sed præviâ quâdam aptitudine, quâ Radii singuli comparati sunt ad patiendum certum Refractionis gradum.

Nunc loquuturus sum de aliâ, & quidem notabiliore *dissimilitudine*, quâ Radii præditi sunt, & quâ Colorum origo explicatur, & quasi evolvitur; Ad quod peragendum, primò doctrinam ipsam tradam: deinde, ut ea ad trutinam revocari possit, unum aut alterum Experimentorum exemplum, tanquam ceterorum specimen, afferam.

Num. 80.

Doctrinam Propositiones quæ sequuntur, complectentur & illustrabunt.

I.

Ut Radii Lucis inter se Refrangibilitate discrepant, ita differunt insitâ quadam aptitudine ad exhibendum hunc vel illum certum Colorem. Colores non sunt Lucis qualificationes ortæ ex naturalium corporum Refractionibus, aut Reflexionibus, (ut vulgò creditur,) sed primigeniæ & congenitæ proprietates in diversis Radiis diversæ. Aliqui Radii tantum ad rubrum, alii solum ad flavum, alii dumtaxat ad viridem Colorem effingendum apti sunt; & sic de ceteris. Neque tantum præcipui & magis eminentes Colores, sed omnes medii eorum gradus habent proprios & sibi affectos Radios.

II.

Idem Refrangibilitatis gradus ad eundem Colorem, & Color idem ad eundem Refrangibilitatis gradum semper pertinent. Radii minimè omnium refrangibiles ad rubrum Colorem exhibendum naturâ comparati sunt omnes; & , è contra, Radii qui naturâ comparati sunt ad exhibendum Colorem rubrum, omnes sunt omnium minimè refrangibiles: Non aliter, Radii maximè omnium refrangibiles apti sunt omnes ad exhibendum Colorem violaceum saturum; & vicissim, ii, qui apti sunt ad talem Colorem exhibendum, sunt omnes maximè omnium refrangibiles: Eodémque pacto, omnibus intermediis Coloribus continuam seriem constituentibus competunt intermedii Refrangibilitatis gradus. Hæc autem Analogia inter Colores & Refrangibilitates est perquam accurata & stricta; siquidem Radii semper in utrâque, aut omnino conveniunt, aut proportionaliter discrepant.

III.

III.

Species Coloris , & Refrangibilitatis gradus , pertinentes ad certum quodcunque Radiorum genus , mutari nequeunt neque Refractione , neque Reflexione ex naturalibus corporibus , neque aliâ quâvis causâ , quam hætenus animadvertere potuerim. Quodlibet Radiorum genus , postquam probè ab heterogeneis Radiis separatum fuit , Colorem suum obstinatissimè retinuit , quamvis totis viribus illum immutare conatus fuerim. Radios unius cujuscunque generis Prismate refregi ; in corpus , quod , sub Luce diurnâ , Colore diverso imbutum apparebat , ab eodem reflectendos conjeci ; eos excepi coloratâ illâ aeris , ut ita dicam , pelliculâ , quæ continetur inter duas vitreas laminas invicem junctas ; illos per media , tum colorata , tum alterius generis Radiis picta diversimodè terminavi ; neque tamen novum Colorem ullum excudere ex illis potui. Ille quidem , dum contrahitur , aut dilatatur , fieri potest vividior , aut languidior , & , dum plures Radios amittit , nonnunquam multò obscurior , & tenebricosior ; sed nunquam mihi contigit videre , quòd genere mutaretur.

IV.

Veruntamen Colorum transmutationes videntur accidere , ubi aliqua est Radiorum generum diversorum permixtio : Siquidem tunc Colores componentes non apparent ; sed , admixtione mutuâ , medium quendam Colorem constituunt. Eâ de causâ , si , vel Refractione , vel quâcunque aliâ ex supra recensitis rationibus , Radii diversorum generum , in hac admixtione latentes segregantur , emergent Colores ab illis diversi , quibus compositio tingebatur : quos tamen non tunc gigni , sed tantùm conspicuos disjunctione fieri vel hinc apparet , quòd , si rursus intermisceantur prorsus , & confundantur , idem restituitur Color , qui , antequam separarentur , apparebat. Eâdem de causâ commutationes , quæ ex variis Coloribus coeuntibus exoriuntur , veræ non sunt , quia , Radiis heterogeneis iterum disjunctis , ipsissimos exhibent Colores ,
quos

Num. 80 quos ante permissionem habebant ; non fecus ac pulveres , cæruleum & flavum , diligenter commistos Oculo nudo videri conspicias virides ; attamen Colores corpusculorum componentium immutati non sunt , sed solum confusi. Nam , si eos per melioris notæ Microscopium intuearis , adhuc cæruleum , & flavum , interfertos & permistos , videbis.

V.

Sunt igitur duo Colorum genera ; alii nempe simplices sunt & primigenii ; alii verò ex hisce compositi. Colores primigenii sunt *RUBER*, *FLAVUS*, *VIRIDIS*, *COERULEUS*, & *VIOLACEO-PURPUREUS*, unà cum *AUREO*, & *INDICO* , atque indefinità varietate graduum intermediorum.

VI.

Colores ejusdem speciei ac primigenii, possunt etiam per compositionem obtineri. Nam cæruleus Flavo mistus viridem, rubeus & flavus aureum, aureus, & ex flavo virescens flavum effingunt. Uno verbo, si misceantur duo quivis Colores, qui, in eorum serie, quos Prisma detegit, nimis inter se non distant, mutuâ intermissione component eum Colorem, qui in indicatâ serie medium inter illos occupat locum. Quod tamen non accidit iis, qui nimis intervallis disjunguntur. Neque enim Aureus & indicus intermedium viridem, neque puniceus ac viridis interjectum flavum progignunt.

VII.

Sed ratio, quâ Albedo conficitur, est omnium maximè admiranda. Nullum est Radiorum genus, qui soli possint illam exhibere ; Est semper composita, & ad eam componendam opus est omnibus primigeniis Coloribus certâ proportionem commistis. Sæpius admirabundus observavi, quòd Colores omnes à Prismate detecti, cum convergentes redduntur, & hoc pacto rursus miscentur
ita

ita ut erant in Luce antequam in Prisma incideret, iterum exhibent Lucem prorsus & perfectè candidam, & nihil omnino, sensu ^{Theoria nova de Luce & Coloribus.} judice, diversam à directà Luce solari; nisi, cùm vitra, quibus utebar, satè perspicua non erant; tunc enim Lux ista paulisper videbatur perfusa Colore, quo vitra erant infecta.

VIII.

Hinc sequitur Albedinem esse vulgarem & communem Lucis Colorem: Lux etenim est confusum quoddam aggregatum ex Radiis omni Colorum genere præditis, & promiscuè ejaculatis ex variis corporis lucidi partibus. Istud autem confusum aggregatum, ut dixi, gignit Albedinem, si tamen in eo est justa quædam Colorum componentium proportio; siquis verò Color prævaleat, ad hunc Lux vergit; ut accidit in cæruleo Sulphuris, flavo Candellarum, & diverso Stellarum fixarum lumine.

IX.

Hicce perspectis, patet quâ ratione Colores Prismate excudantur. Cùm enim ex Radiis Lucem incidentem conflantibus ii, qui Colore differunt, proportionaliter etiam Refrangibilitate differant, inæqualis illorum Refractio debet eos segregare, & in oblongam figuram diducere ordinatâ quâdam serie terminatâ, hinc à coccineo minimè omnium, illinc à violaceo omnium maximè refrangibili. Neque aliâ de causâ fit, ut omne id, quod per Prisma respicitur, coloratum appareat. Siquidem Radii heterogenei, utpote qui inæqualiter refringantur, diversas Retinæ partes petunt divergentes, ubi, (non fecus ac antea Solis in pariete,) coloratas rerum imagines pingunt; ac non solum quidem coloratas, sed etiam malè distinctas & valde confusas.

X.

Hinc etiam patet cur Iridis Colores in cadentibus pluviae guttis appareant. Etenim guttæ Refractione detorquentes ad Specta-
Is. *Newtoni Opuscula.* Tom. II. O o toris

*Num. 80. toris Oculos ingentem copiam Radiorum aptorum qui purpurei appareant, Radios aliorum generum adeò minùs refringunt, ut Spectantis Oculum prætereant; quod faciunt guttæ, quæ, in primariâ quidem Iride, sunt ad interiores partes, in secundariâ verò vel externâ, ad exteriores. Haud aliter, guttæ ad Spectatoris Oculum refringentes maximam illorum Radiorum vim, qui apti sunt ut rubei videantur, adeò magis Radios ceterorum generum refringunt, ut præter Oculum cadant; tales sunt guttæ exteriores in primariâ, & interiores in secundariâ Iride.

XI.

Admiranda phænomena infusionis ligni nephritici, aureæ bractææ, fragmentorum vitri colorati, nonnullorùmque aliorum pellucidè coloratorum corporum, quæ Colorem cum positione mutant, his fundamentis amplius Oedipo non egent. Sunt enim substantiæ aptæ ad reflectendum aliud Radiorum genus, & ad aliud transmittendum; ut perspicere licet, si in obscuro cubiculo illuminentur homogeneâ vel simplici Luce. Siquidem tunc depictæ apparent illo solo Colore, qui eas inluxerat: ille tamen in quâdam positione vividior est & fulgentior quàm in ceteris, prout substantiæ ipsæ aptæ sunt ad magis vel minùs reflectendum, aut transmittendum Colorem incidentem.

XII.

Hinc etiam optimè ratio redditur inopinati experimenti, quod HOOKIUS alicubi in suâ *Micographiâ* se fecisse refert cum duobus pellucidis vasculis cuneiformibus, quorum alterum rubeo, alterum cæruleo liquore compleverat; videlicet, quòd, quanquam unumquodque seorsum satis esset pellucidum, tamen, cùm conjungebantur, opaca fiebant; nam, si alterum tantùm rubeos, alterum tantùm cæruleos Radios trans mittebat, nulli utrunque transmeare poterant.

XIII.

XIII.

Plura hujus generis exempla subjicere possem, sed hoc universale pro coronide referam. Quòd scilicet Colores omnium naturalium corporum hinc solùm originem trahunt, quòd hæc corpora sint diversimodè constituta, ita ut unum Radiorum genus copiosius quàm aliud reflectant. Cujus rei periculum feci in obscuro cubiculo, super hæc corpora conjiciens Radios simplices, at Coloribus diversos. Etenim hoc pacto quodvis corpus quovis Colore donari potest. Tunc non habent Colorem proprium, sed semper illum adoptant, quo Lux superinjecta prædita est, hoc tamen cum discrimine, quòd maximè fulgentia & vivida sunt in Radiis ejus Coloris, quem sub diurnâ Luce referunt. Ibi Minium omnes Colores quibus illuminabatur indiscriminatim assumebat, magis tamen in rubeo renidebat. Pariter, pulvis cæruleus montanus Colores omnes, pro lubitu, induebat, quibus irradiabatur; at sub violaceo-cæruleo erat fulgentissimus: unde constat Minium reflectere Radios cujusvis Coloris, sed abundantius rubros; quapropter, cum à diurnis Radiis, id est, ab omnigenis mistis & confusis illustratur, major rubrorum copia erit in Luce reflexâ, & quia prævalent, ob id ipsum, rubro Colore tinctum Minium ostendent. Et eadem ratione, pulvis cæruleus montanus, reflectens maximam Radiorum cæruleorum copiam, cæruleus videtur, quòd horum Radiorum numerus in Luce, quam reflectit, aliorum quantitatem longè superat; ac similia dicenda sunt de ceteris corporibus. Hanc autem esse perfectam & adæquatam causam Colorum, quos corpora præ se ferunt, vel ex eo constat, quòd ea mutare aut adulterare Colores Radiis seorsum incidentibus inditos nullo pacto valent, sed omnes illos, quibus irradiantur, indiscriminatim induunt.

Quæ cum ita sint, ampliùs non disputabitur, utrùm Colores in tenebris existant; utrùm visorum objectorum Qualitates sint; neque forsitan, utrùm Lux sit corpus. Etenim, cum Colores sint Qualitates Lucis, eorùmque plenum & immediatum subiectum sint

Num. 80. Radii Lucis, quomodo Radios ipsos qualitates esse putare possumus? Nisi fortè Qualitas Qualitatis subiectum esse potest, illámque sustinere; quod esset eam reipsá vocare Substantiam. Corpora pro Substantiis non haberentur sine sensibilibus eorum Qualitatibus; & harum præcipua cùm nunc reperiatur pertinere ad aliquid aliud, hoc ipsum sanè non immeritò Substantiam credere possumus.

Præterea, quis unquam putavit Qualitatem esse aggregatum heterogeneousum, quale Lux esse comperta est? Sed difficilius est accuratius determinare, quid sit Lux; quomodo refringatur; & quibus Modis, aut Actionibus in Mentibus nostris Colorum phantasmata progignat: Ego verò incerta certis miscere nolo.

Legens quæ scripseram, animadverti quòd oratio ipsa ducit ad nonnulla experimenta, quæ ad hujus rei examen sufficiunt: Quapropter, descripto uno ex his, quæ jam innui, tibi ampliùs molestus non ero.

Obscurato cubiculo, lignea fenestra terebretur foramine, cujus diameter benè potest esse trientis pollicis, circiter, ut sufficientem Lucis solaris copiam admittat; huic foramini aptetur Prisma perspicuum, & Colorum expers, quo Lux ingrediens remotiorem cubiculi partem versùs refringatur; quæ, ut dictum est, hoc pacto in oblongam & coloratam imaginem diffundetur. Deinde Lens, cujus Radius sit, circiter, trium pedum, (puta, latum tripedalis Telescopii vitrum objectivum,) collocetur ad quartum aut quintum à Prismate pedem, per quam omnes Colores illi simul transmitti possint, & ab eâ refracti convenire ad majus intervallum decem, vel duodecim pedum, circiter. Si ad hoc intervallum albâ papyro Lucem illam excipias, videbis Colores, eo quòd commisti sunt, rursus in Albedinem converfos. Sed Prisma & Lens firmissimè posita sint, necesse est, & papyrus, in quam Colores incidunt, ita moveatur, ut ad Prisma nunc accedat, nunc ab eo recedat; nam, hac motione, non solum invenies intervallum, ubi perfectissima est Albedo; sed etiam observabis Colores gradatim coire, & in Albedinem evanescere; ac deinde, postquam sese decussaverunt ubi Albedinem componunt, iterum segregari & diverge-

vergere, & ordine inverso eisdem apparere, ac antequam coalescerent. Perspicies etiam, quòd siquem Colorem à Lente prohibeas, Albedo migrat in alios Colores. Quocirca, ut Albedinis compositio perfecta sit, sedulò curandum est ut Colores omnes in Lentem incidant. Sic in lineari hujus experimenti adumbratione, (*Fig. 2.*,) ABC repræsentat Prisma propè foranien F TAB. I. lineæ fenestæ EG. Prismatis angulus verticalis ACB non malè erit sexaginta graduum, circiter. Sit NM Lens lata pollicibus duobus cum semisse, vel tribus. SF una ex rectis lineis, per quas heterogenei Radii jugiter è Sole fluere concipiuntur. Sint FP, FR duo ex his Radiis inæqualiter refracti, qui, vi Lentis, convergunt Q versùs, & postquàm se decussaverunt, rursus divergunt. Atque HI fit papyrus ad plura à Lente intervalla, super quam projiciuntur Radii colorati, qui in Q quidem Albedinem constituunt; sed sunt rubei, & flavi in R, r, & s, ac cærulei, purpureique in P, p, & π.

Si quis ad severius examen revocare velit id, quod in Propositionibus tertiâ, & decimâ tertiâ asserui, quòd scilicet Color quivis simplex nullo pacto mutari potest, sciat omnino opus esse, ut cubiculum sit perquàm obscurum, ne qua Lux per illud dispersa, sese Colori immiscens, illum, contra tentantis vota, disturbet, componat, corrumpat. Neque minùs necesse est ut Colores perfectiùs separentur, quàm fieri potest ratione superiùs descriptâ, scilicet unius Prismatis Refractione; quomodo autem obtineri possint accuratiores hæ separationes, faciliè perspiciet is, qui jam detectas Refractionum leges considerabit. Sed, si periculum fiat in Coloribus non omnino simplicibus, immistioni concedendæ sunt mutationes proportionales. Sic, si Radii flavi non simplices cadant super cæruleum pulverem montanum, illum non omnino flavum, sed potiùs viridem ostendent; quia in flavo composito multi sunt Radii viridiformes, & cum Viriditas minùs à vulgari hujus cærulei pulveris Colore differat quàm Flavedo, Radii viridiformes copiosiùs ab illo reflectentur.

Haud secus, si quis ad examen revocaturus utrùm, ut affirmavi, Colores prismatici intercepti nullo pacto reparari possint ex

Num. 80. aliis prætermiſſis, aliquem ex his Coloribus, puta, rubeum interceptiat; neceſſe eſt ut, vel Colores probè ſegregati ſint antequàm rubeus interceptiatur; vel ſimul cum rubeo excludantur proximi Colores, quibus clam rubeus immiſtus eſt, (id eſt flavus, atque etiam fortasſe viridis;) vel ratio habeatur rubei, qui prodire poteſt ex flavo-viridi, quatenus diffuſus erat, & paſſim hiſce Coloribus immiſtus; His verò diligenter obſervatis, invenietur, quòd neque rubeus, neque alius quicunque Color interceptus reparari poteſt. Hæc, arbitror, ſufficiunt pro introductione ad hujus generis experimenta; quæ ſi quis è Regiâ Societate proſequi volet, quo ſucceſſu id fecerit ſcire peropto; ut, ſi quid vitioſum, aut huic narrationi contrarium videatur, occaſionem habeam aut accuratiùs indicandi quid circa hanc rem faciendum ſit, aut errores, ſi in aliquos incidi, cognoscendi.



ART.

ART. II.

D E S C R I P T I O

Novi cata-dioptrici Telescopii inventi

A B

ISAACO NEWTONO

Regiæ Societatis Socio, & Mathematicum Professore in Universitate Cantabrigiensi.

EXIMIVS hic Mathematicus, cùm nobis tradiderit in Trans-
 actionibus Mensis Februarii nuper præteriti * rationem, quã
 inductus fuerat, ut de Telescopiis *reflectentibus* cogitaret, pro *refringentibus*, nobis obtulit hoc opus conspectu & notatu dignum,
 tanquam specimen utilitatum, quæ sperari possunt ex his Telescopiis; ex illo autem patet, quòd Telescopiorum Tubi multò
 breviores reddi possunt, nullatenus diminutâ augendi facultate.

Transf.
 Phil. 25
 Mens.
 Martii An.
 1672.
 Num. 81.
 pag. 4004.

Novum hoc instrumentum constat ex duobus è Metallo Speculis, altero concavo, (quod vitri objectivi munere fungitur) altero plano: habet præterea exiguam Lentem ocularem plano-convexam.

Hujus constructio facilè, ope *Figuræ tertiæ* potest concipi; TAB. I. nempe quòd Telescopii hujus tubus apertus est ad eam extremitatem, quæ ad objecta convertitur; quòd altera extremitas clausa est, ubi locatum est Speculum concavum, de quo supra meminimus; quòd prope extremitatem apertam est Speculum planum ovale,

* Vide Art. I. hujus Opusc. XIX.

Num. 81. ovale, quàm potest, exiguum, quò minùs impediât ingredientés Lucis Radios; & quòd idem Speculum inclinatum est superiorem Tubi partem versùs, quæ parvo terebrata est foramine munito Lente oculari; ita ut Radii à re perspiciendâ prodeûntes priùs incidant in Speculum concavum in imo Tubo positum, unde reflectuntur alteram Tubi extremitatem versùs, ubi intercipiuntur à plano Speculo obliquè collocato, à quo reflexi diriguntur ad exiguam Lentem ocularem plano-convexam, atque adeò ad Spectatoris Oculum, qui deorsùm versùs intuens, ea videt, ad quæ Telescopium conversum est.

Ut hæc pleniùs & meliùs intelligantur, Lector inspiciat, si libet, Figuram supra citatam, in quâ AB est concavum Speculum, cujus radius aut semidiameter est pollicum duodecim cum besse, vel tredecim.

CD aliud Speculum metallicum, cujus superficies plana est, peripheria verò ovalis.

GD est filum ferreum, quod solidè retinet annulum cupreum, & cui affixum est Speculum CD.

F parva Lens ocularis, plana superiùs, & convexa inferiùs, cujus Radius est uncialis ($\frac{1}{12}$ Poll.,) vel etiam minor.

GGG pars anterior Tubi apesti, qui ita hæret annulo cupreo HI, ut moveri nequeat.

PQKL est posterior tubi pars fixa alteri annulo cupreo PQ.

O uncus ferreus firmiter aptatus annulo PQ, & cochleâ N instructus, quâ posterior Tubi pars procedere, vel retrocedere potest, ut hac ratione Specula justo intervallo ab invicem distent.

MQGI est uncus ferreus tubum sustinens, & clavo R affixus globo tubulóque S, quo Tubus quoquo versùs converti potest.

Centrum Speculi plani CD debet esse in axe Tubi, & in illo quidem puncto, in quo cadit perpendicularis ad axem ducta à centro exigui vitri ocularis: hoc autem punctum hîc designatum est literâ T.

Si quis intelligere volet, quàm distincta Telescopium hoc repræsentet objecta, quàm à Coloribus immunia, & quanto hiatus Lucem admittat, invicem conferat intervalla, quibus Focus E distat à ver-

à verticibus exigui vitri objectivi, & Speculi concavi; scilicet EF longa est pollicis sextante; & ETU sex pollicibus cum triente; unde eruitur ratio ut 1 ad 38: Hinc liquet quòd objecta, circiter, triginta & octo vicibus majora fiunt, & quòd eorum diameter videtur per hoc Telescopium duabus vicibus cum semisse major quàm per vulgare Telescopium bipedale.

Novum
Catadio-
ptricum
Telesco-
pium.

Haftenus de hujus Telescopii constructione; Materiam quoque metallicam aptam ad hæc reflectentia Specula conficienda Inventor in considerationem accepit, & hoc præcavendum præscripsit, ne, dum quæritur metallica mistura alba, firma, & durabilis, negligatur copia tenuissimorum pororum Microscopio tantum visibilibus, quibus hæc mistura plena esse potest: Nam, quamvis Metallum probè politum videri possit, tamen tenuium pororum oræ citius, dum politur, terentur, quàm aliæ ejus partes; & eâ de causâ Metallum, quantumvis politum videatur, tamen Reflexionem minus accuratam, quàm erat in votis, conficiet. Sic Bismuthum mistum cum vulgari ære campano, æs illud reddit candidius aptumque ad majorem Lucis vim reflectendam; attamen fumi, qui, dum funditur, extolluntur tanquam aeræ bullulæ, Metallum microscopicis istis poris totum complent: Album autem Arsenicum, utramque rem simul præstat, siquidem Metallo candorem affert, nec soliditatem aufert, porosque non inducit, præfertim, si fusura nimis violenta non fuerit. Monuit etiam Stellatum-Regulum Martis (quo aliquoties unus est) seu potius aliquam similem substantiam merere accuratum examen.

Addidit præterea, quòd Pulvis è Stamno usto, sive quis huic similis, quo Metallum politur, illud, nisi subtilissimus sit, arat acutis particularum suarum angulis, & complet tenuioribus illis poris, de quibus meminimus. Quapropter, antequam judicium feratur, sedulò dispiciendum est utrum Metallum per totam crassitiam suam porosum sit, necne.

Cùm, ut ait, Arsenicum & Metallum diversis proportionibus non miscuerit, determinare nequit quænam mistura sit omnium optima, sed arbitratur benè adhiberi posse Cupri quantitatem

Is. Newtoni Opuscula. Tom. II.

P p

pon-

Num. 81. pondere sextuplam aut octuplam quantitate Arsenici, cujus major copia Metallum fragile reddit.

En rationem, quâ id perfecit. Primò Cuprum seorsum liquefecit, deinde addidit Arsenicum, quo liquefacto, hæc duo paulisper agitavit ut commiscerentur, cavens interea ne perniciosos vapores hauriret spiritum prope misturam ducens. Postea Stamnum immisit, & rursus omnia miscuit simul ac Stamnum liquatum fuerat, (quod brevissimo tempore accidit,) & statim mistionem effudit.

Se nescire fatetur, utrùm, mistione diutiùs super ignem relictâ post injectum Stamnum, vehementior fusura poris Metallum complere possit; sed hæc, (quâ usus est,) agendi rationem tutiorem opinatur.

Adjicit Speculum illud, quod *Londinum* miserat, Arsenico carere, sed exiguam Argenti quantitatem continere, nempe, (quantùm meminisse poterat,) *cbellinum* unum inter tres Metalli uncias. Sibi tamen videri Argentum plus obesse, eo quòd Metallum magis molle reddat & minùs aptum polituræ suscipiendæ, quàm prodesse, eo quòd candidum nitidumque efficiat.

Aliquando miscuit unam Arsenici unciam cum sex unciis Cupri, & duabus Stamni; quæ mistura ab Amico, ut audivit, meliùs quàm alia polita fuit.

Objectum fuerat, quòd difficile est hisce Telescopiis res, quas quis intueri cupit, reperire; respondet, incommodum istud commune esse Tubis omnibus valde res augmentibus; illud tamen modico usu diminui, siquidem ipse facilè invenire potest sub diurnâ Luce, quidquid videndum sibi proponit, dummodo nosset quem obtinebant situm relatè ad alia, quæ fortuitò in Telescopio suo videbat; sed, noctu Stellas invenire fatetur esse difficilius; tamen putat hoc incommodum facilè submoveri posse duabus dioptris affixis ferreæ virgæ, quâ Tubus sustinetur, sive vulgari Speculo hærente ferreæ compagi Tubum ferenti, & directæ idem Objectum versùs, juxta descriptionem, quam CARTESIUS attulit in suâ *Dioptricâ*, ut levaretur idem incommodum, quod in melioribus ejus Telescopiis occurrebat.

Hæc-

Haftenus Inventoris epiftola de hoc instrumento, cujus descriptionem cum miſſiſſemus CHRISTIANO HUGENIO ZULICHEMIO, ex eo hoc reſponſum accepimus literis datis A. D. 13 Februarii An. 1670. *ſt. n.*

ART. III.

Teſcopium hoc probatur à CHRISTIANO
HUGENIO ZULICHEMIO.

EX descriptione admirandi Teſcopii à NEWTONO inventi, *Trans. Phil. Menſ. Mart. An. 1672. Num. 81. pag. 4008.* quam mihi miſiſti, video illum rectè obſervaviſſe commoda, quibus Speculum concavum ſuperat in colligendis Radiis parallelis Lentem convexam; quæ quidem commoda, juxta rationem quam ipſe ſubduxi, certè maxima ſunt. Hinc fit, ut longè magis patulum haberi poſſit Speculum iſtud, quàm Lens objectiva æquediſtātem Focum habens, & idcirco, ut hac ratione objecta multò majora reddi poſſint quàm vulgatis Teſcopiis. Præterea, hoc pacto vitatur vitium, quod ſemper ineſt vitris objectivis convexis, quòd ſcilicet eorum duæ ſuperficies alia ad aliam inclinatae ſunt; unde corrumpitur Refractio Radiorum, qui tranſeunt per vitrorum latera; hoc autem damnum majus eſt, quàm reputatur. Inſuper metallicum Speculum merà Reſlèxione tot Radios non intercipit, quot vitrum, cujus ſingulæ ſuperficies ingentem Radiorum copiam reſlectunt, & cujus materia opaca plures de medio tollit.

Veruntamen opus & labor erit invenire ad Speculum conſtandum materiam, quæ æquè benè atque nitidè perpoliri poſſit ac vitrum, & rationem dandæ hujus expolitionis figurā ſphæricā non vitiatā. Hucusque mihi non occurrerunt Specula, quæ propiùs à

Num. 81.

vitri politurâ abessent; &, nisi NEWTONUS jam novit meliora sibi parare, timeo ne Telescopium hoc res minùs distinctas, quàm Telescopia vitris instructa, repræsentet. Operæ tamen pretium est sedulò investigare quomodo huic incommodo subveniatur; & non dubito quin id assequi possimus. Credo equidem quòd NEWTONUS non neglexit animadvertere utilitates, quibus Speculum parabolicum spærico antecelleret in Telescopio sic constituto; sed eum puto, non sperare futurum ut, quantum opus est, accuratæ obtineantur superficies à sphæricâ diversæ. Ego sanè id non spero; quanquam faciliùs haberi possint superficies parabolicæ, quàm ellipticæ aut hyperbolicæ, ob quandam Conoidis parabolici proprietatem, quòd nempe omnes sectiones axi parallelæ eandem Parabolam restituunt.

Hactenus HUGENII epistola Hominis acumine dignissima, ad cujus ultimam partem, quæ agit de formandis conoidibus parabolicis, respondit NEWTONUS literis ad Editorem datis A. D. vicesimum Februarii 1671. *ß. v.*, quòd, quanquam ipse, non magis quàm HUGENIUS, speret opus perfici posse regulis geometricis, tamen non dubitat quin aliquo pacto res mechanicis artificiiis perficiatur.

Hisce omnibus subdere libet excerptum epistolæ nuperrimè (A. D. undevicesimum Mensis Martii) ab Inventore novi hujus Telescopii è Cantabrigiâ, hoc exemplo datæ.

His omnino similia perscripserat HUGENIUS ad Auctorem Diarii Eruditorum. Vide *Hugenii Opera Omnia* Edit. Lu(g)duni Batavorum 1724. Tom. IV. pag. 757., & *Diar. Erud.* 29. Februarii An. 1672. pag. 26.

ART.

ART. IV.

*Quædam ad idem instrumentum pertinentia
conscripta ab ISAACO NEWTONO.*

ULTIMA, quam ad te dedi, epistola locum tibi præbuit v-
rendi ne vel instrumentum à me missum aliquo pacto vitia-
tum esset, vel Metalli nitor hebetatus; tuæ vero literæ mihi rem
se ita habere prorsus persuaferunt: Nam, dum apud me erat, non-
nullas Lunæ partes æquè distinctas repræsentabat, ac vulgaria Te-
lescopia, quæ res, quantum hoc, augment. Probè tamen scio hoc
instrumentum imperfectum esse, & quatenus optima non est Me-
talli compositio, & quatenus mala est fusura, ut cognoscere potes-
tum ex asperitate, quæ est circa Speculi meditullium quà politum
est, tum ex figurâ ejus prope hanc asperitatem; in quibus omni-
bus instrumentum hoc perfici potest.

Ibidem.

Monere videris, quòd ratio 38 ad 1 locum solùm habet,
cùm res augendæ non nisi parum à Telescopio distant. Sed, si
nostrum hoc istam incrementi proportionem servat in exiguis in-
tervallis, puta, quingentorum pedum; certè per Regulas opticas
augebit objecta sita ad intervalla, quæ maxima concipere licet,
plusquàm in ratione $37\frac{3}{4}$ ad 1; quæ diminutio adeò parva est,
ut sumi possint integri numeri 38 ad 1.

Hic aliud instrumentum confecimus primo simile, quod opti-
mè successit. Heri illud comparavi cum Telescopio sex pedum,
& comperi nostrum tum magis augere, cùm distinctiùs res osten-
dere: Hodie perspicio, quòd illo perlegere possum Transactiones
philosophicas à me centum pedibus distitas, & nonnulla verba ad
pedes centum cum viginti. Cùm hæc tentavi, ejus hiatus (propè
Oculum definitus) major erat quàm qui æquipolleret Speculi ob-

P p 3

jectivi

jectivi trienti cum pollice. Quod non inutile erit iis, qui Reflexionibus operam dare volent; hinc etenim aliquatenus judicare poterunt de perfectione instrumentorum, quæ confecerint.

§

A R T. V.

*De Cometâ , qui visus fuit Anno 167 $\frac{1}{2}$, hæc
à NEWTONO relata habentur in Trans-
actionibus Philosophicis.*

Transf.
Phil. An.
1672.
Mens.
Num. 81.
pag. 4018.

ISAACUS NEWTONUS circa diem decimum sextum Mensis Martii *ff. vet.* vidit obscuram Stellam ad partem, quæ media est inter Meridiem, & Orientem *Persei*, quam nunc arbitratur fuisse Cometam hujus Anni. Erat valdè parvus, & eum diutius non observavit, quia nullam sensibilem caudam habebat.

A R T.

ART. VI.

ISAACI NEWTONI

*Epistola ad Editorem data A. D. vicesimum
sextum Mensis Martii An. 1672. continens
nonnullas admonitiones ad novum suum
Telescopium pertinentes, & Tabulam bia-
tuum ad diametrorum Lentium ocularium
pro variis hujus instrumenti longitudinibus.*

POST ultimam meam Epistolam iterum ambo Telescopia com-
paravi, & inveni quòd Telescopium ex Metallo, tum Lu-
nam, tum quæ propinquiora sunt, aliquanto magis, quàm alterum,
distincta repræsentat. Sed fatendum est, mihi non satis perspectum
esse quàm bonum sit istud alterum, quod ad comparationem hanc
faciendam sum mutuatus; quapropter velim ut magis confidatur in
alio experimento, quo scilicet Amici aliquot & ego perspeximus
nos legere posse Transactiones à nobis centum, aut centum &
viginti pedibus remotas; ut dimetiendo intervallum comperi.
Tunc autem collegi aperturam esse unius pollicis cum triente ex
experimentis, quæ me docuerunt, quòd opus erat obstaculo istius
latitudinis, ut removeretur tota Lux, quæ ab aliquo prospectæ rei
puncto profluebat.

Fatear etiam, quòd plana Lamella ex Metallo, quæ ponitur
prope vitrum objectivum, perfectâ figurâ prædita non est; unde
fit, ut rerum visarum meditullium minùs distinctum appareat, quàm
extremities. Spero autem futurum, ut, correctâ hujus lamellæ
figurâ,

Transf.
Phil. 22
Mensis
Aprilis
An. 1672.
Num. 82.
pag. 4032.

Num. 82. figurâ, (quod quidem præter opinionem difficile mihi videtur,) ea, quæ per Telescopium hoc inspiciuntur ubique distincta, quinimò magis distincta in meditullio quàm circa oras, repræsententur; & pro certo habeo effectus majores exorituros.

Sed comperio plus Lucis perire Metalli, quod hætenus adhibui, Reflexione, quàm transmissione per vitra: quapropter breviores Lentis ocularis diametri longioribus præferendæ videntur pro objectis obscuris; posito quòd Telescopium res augeat triginta quatuor, vel triginta duabus vicibus. Quæ verò fulgent ad quodvis intervallum posita, videntur hoc eodem Telescopio posse perspicere majora triginta & octo, vel quadraginta vicibus, & quidem satis distincta. Tamen arbitror, quòd eadem Lentium ocularium diameter adhiberi bene posset pro quibuscunque, si chalybea materies, quâ Londinenses utuntur, fortius refringeret, quàm illa, quam ipse usurpavi.

Cognitis effectibus unius ex hisce instrumentis cujusvis longitudinis, ex Tabulâ suppositâ perspicere licet, quid ex aliis similibus, sed longitudine diversis, expectandum sit, dummodo Ars præstare possit, quæ Theoria pollicetur. Prima Columna exhibet Telescopii longitudes per pedes dimensas, quæ duplicatæ dant semidiametros Sphæræ, cujus figura concavo Metallo tribui debet. Secunda Columna continet hiatuum rationes pro quâque longitudine. Tertia denique refert proportionem diametrorum, Sphærarum, quibus convexæ Lentium ocularium superficies sunt definiendæ.

Ufus

Longitudines	Hiatus	Diametri
$\frac{1}{2}$	100	100
1	168	119
2	283	141
3	383	157
4	476	168
5	562	178
6	645	186
8	800	200
10	946	211
12	1084	221
16	1345	238
20	1591	251
24	1824	263

Nonnulla
ad Tele-
scopium
hoc Spec-
tantia.

Ufus hujus Tabulæ melius exemplo patebit: quocirca suppone Telescopium semipedale, cujus hiatus sit unius pollicis, tricies augere, & quidem distinctè, objectum aliquod; & quærat, quænam futura sit analoga constitutio, atque quinam effectus Telescopii quadripedalis: Habes ex Columnâ secundâ, ut 100 ad 476, ita hiatus ad hiatum, ita etiam numerus ad numerum vicium, quibus hoc Telescopium auget. Quocirca, cum Telescopium semipedale habeat hiatum unius pollicis, & tricies majora ostendat objecta, Telescopium quatuor pedum habere per analogiam debet hiatum pollicum $4\frac{76}{100}$, & augere 143 vicibus. Ex tertiâ verò Columnâ habes ut 100 ad 168, ita diametri Lentium ocularium: Atque adeò, quoniam diameter convexitatis vitri ocularis pro Telescopio semipedali longa est pollicis quincunce, pro Telescopio quatuor pedum ea esse debet $\frac{168}{200}$ poll., hoc est, trientis pollicis, circiter; & sic de aliis longitudinibus. Quis autem eventus reipsâ futurus sit, expectandum est ut ab experimentis determinetur. Hæc innuere tantum utile sum arbitratus, ut ii qui

Is. Newtoni Opuscula. Tom. II. Q q volent

Num. 82. volent periculum facere quid valeant Telescopia aliarum longitudinū, facilius sciant quomodo instrumenta instituenda sint. Exemplo fit Telescopium quatuor pedum : quia ejus hiatus esse debet quinque vel sex pollicum, opus est laminā ex Metallo latā, saltem, septem vel octo pollicibus, quia circa extremitates difficile figuram necessariam induet. Metallī crassities ita latitudini sit accommodata, ut Metallum, dum teritur, non incurvetur. Eo perpolito, plures Lentes oculares tentandæ sunt, ut dignoscatur quænam diameter utiliùs adhiberi possit.

ARTIC. VII.

Excerptum ex alterâ Epistolâ ejusdem NEWTONI ad Editorem datâ A. D. tricesimum Mensis Martii An. 1672, quâ respondetur ad aliquas Objectiones, quas acutus quidam Philosophus GALLUS in novum Telescopium reflectens fecerat.

DOMINE

TransPhil. **P**ERSUASUM habeo ipsum M. A. fassurum Reflexionis com-
 An 1672. moda theoreticè considerata esse maxima, cum sciet diversos
 Mens. Apr. Lucis Radios *diversâ Refrangibilitate* præditos esse. Sed, quod
 Num. 82. pertinet ad praxin, instrumenta jam confecta aliquatenus patefa-
 pag 4034. ciunt quàm vividè reflectens & quàm fulgens metallica substan-
 tia politione reddi possit. Neque à verisimili alienum est, quòd
 invenire licet novas Metallorum expoliendorum rationes longè
 præ-

præcellentes hisce, quas nunc adhibemus. Cum verò Metallum semel probè politum habetur, diutius nitidum fervabitur, dummodo ab humiditate & ab aere diligenter defendatur. Etenim Metallorum nitor præcipuè videtur hebescere, eò quòd humiditas super expolitam ejus superficiem densatur, illamque acidis quibusdam spiritibus, quibus athmosphæra tota foeta est, corrodit & ærugine inducit; vel, saltem, quòd humiditas evanescens superficiem illam relinquit obductam tenui pelliculâ, quæ concrefcit, partim ex terrestri humiditatis fæce, partim ex pulvere, qui per aerem circumvolitans, Metallo infidet atque adhæret.

Responsio
ad acuri
cujusdam
Galli ob-
jectiones.

Quando non est, cur sæpius hoc utaris instrumento, sunt aliæ rationes Metalli diutius præservandi; velut, fortasse, si illud vini spiritu vel alio non inepto liquore demersum serves. Si verò hebetatur ejus fulgor, restitui potest fricando Metallum molli corio, aut aliâ simili re, nullis adhibitis pulveribus excoriantibus, dummodo æruginem non contraxerit; tunc enim iterum expoliendum est.

Certò novi minus Lucis à Metallo reflecti, quàm à vitro transmitti; & huic incommodo remedium allaturus, in ultimâ meâ epistolâ dixi breviores diametros tribuendas esse Lentibus ocularibus pro hiatum ratione, quàm quas tribuere mos est in aliis Telescopiis. Veruntamen, cum invenerim aliquas metallicas substantias, quæ fortiùs reflectunt, meliùs poliuntur, & difficiliùs hebetantur, quàm aliæ; spero futurum ut, lapsu temporis, aliæ detegantur magis ab his incommodis immunes, quàm quæ hætenus usurpatæ fuerunt.

ART. VIII.

ISAACI NEWTONI

*Observationes in partem Epistolæ scriptæ à
BERCÆO & editæ in octavo gallico
commentario de CATADIOPTRICO
TELESCOPIO, quod asseritur perfectius &
absolutius redditum à CASSEGRAINIO.*

Transf.
Phil. 20
Mens. Maji
An. 1672.
Num. 81.
pag. 4056.

UT Lector melius judicare possit de hoc negotio, conferens inventum CASSEGRAINII cum invento NEWTONI, necesse est ex Gallicis commentariis mutuare, quæ de istâ re ibi habentur; sunt autem sequentia.

Tibi mitto (scribit BERCÆUS ad hujus scripti Editorem) exemplum literarum, quas CASSEGRAINIUS ad me dedit, & in quibus agit de proportionibus Tubæ inventæ à SAMUELE MORELANDO. De NEWTONII Telescopio, res prorsus inopina visa est, & tum me, tum illum qui Tubæ proportionem detexit, perculit. Nam, ipse ante hos tres menses mihi miserat Figuram Telescopii à se excogitati, & huic omnino similis; sed quod magis ingeniosum videtur.

Ecce tibi brevem illius descriptionem.

T A B. I. Est ABCD (*Fig. 4.*,) fortis tubus, in cujus infimâ parte est Speculum concavum CD perforatum circa medietatem E.

Sed F est Speculum convexum, cujus convexitas ita est disposita, ut reflectat imagines, quas recipit à magno Speculo, foramen E versum, ubi locata est Lens ocularis, per quam dispi-
ciuntur objecta.

Com-

Commoda, quibus Telescopium hoc anteire *Newtonianum* mihi videtur, sunt hæc.

Primum est, quòd os vel hiatus AB potest esse quantalibet amplitudinis; & idcirco tot Radii illustrari potest Speculum concavum, quot Speculum Telescopii, cujus descriptionem nobis impertitus es.

Secundum autem est, quòd Radii planè secundum Naturæ leges reflectentur, nempe circa axem ipsum, & idcirco magis vividè.

Tertium denique, quòd aspectus jucundior est; siquidem Spectatorem non offendit nimia Lux, quia imum instrumentum CD totum vultum abscondit. Præterea, isto facilius, quàm *Newtoniano*, detegentur res, quas intueri volumus.

Hæc Gallus Auctor; quibus subnectemus NEWTONI animadversiones, prout eas ab eodem accepimus Epistolâ datâ *Cantabrigiæ* A. D. quartum Mensis Maii An. 1672, hoc exemplo.

A R T. I X.

D O M I N E

JUCUNDISSIMUM sanè esset, siquid perfectionis Catadioptricum Telescopium caperet; sed vereor ne spem fallat illud, cujus descriptionem, (ut ex te didici,) edidit CASSEGRAINIUS ante hos tres menses, & nuper typis mandavit inter gallicos commentarios.

Etenim, cumprimùm ad Reflexionum effectus expendendos me tradidi, offendi *Opticam promotam* GREGORII, (qui liber typis editus fuit Anno 1663,) ubi est instrumentum, (descriptum *pagina* 94.,) illi simile, quod communicavit CASSEGRAI-

Qq 3

NIUS,

Animad-
versiones
in CAS-
SEGRAI-
NI Tele-
scopium.

Ibidem
pag. 4057.

Num. 83. NIUS, habens nempe foramen in medio Metallo objectivo, ut Lux transire possit ad vitrum oculare collocatum post Speculum: Hinc ansam arripui harum constructionum considerandarum; easque his incommodis obnoxias comperi.

Primò, plus Lucis in Metallo amittetur, cùm ea reflectetur à parvo convexo Speculo, quàm cùm à plano ovali; Siquidem, passim observatur, quòd major Lucis copia reflectitur à quolibet corpore, quando in illud obliquissima, quàm potest, incidit.

Secundò, Speculum convexum Radios non reflectet æquè bene ac planum ovale, nisi habeat figuram hyperbolicam, quæ longè difficiliùs, quàm plana, obtinetur; &, quantumvis accurata, rite non reflecteret nisi Radios pertinentes ad Axem.

Tertiò, errores à convexo Speculo creati valdè augebuntur ob nimium intervallum, quod Radii à Speculo reflexi peragere debent, ut ad Lentem ocularem perveniant. Quà de causà opinor, quòd (in meo Telescopio) cavendum est ne tubus fiat majoris diametri quàm necessitas postulat, ut vitrum oculare sit plano ovali, quantum fieri potest, proximum, neque tamen Lux utilis impediatur quominus ad Metallum objectivum perveniat,

Quartò, errores, quos Metallum objectivum inducit, magis augebuntur, si Radii reflectantur à convexo, quàm si reflecterentur à plano, quia convexum undique recedit & deflectitur à punctis, in quæ singuli Radii deberent incidere.

Quintò, hisce de causis necesse est figura exigui Speculi convexi sit præter modum accurata & ad unguem facta; tametsi experientià comperio multò difficiliùs exigua ista, quàm grandiora, in accuratam figuram tornari.

Sextò, quoniam errores, quos circa perimetrum concavi objectivi Metalli figura producit ob id- ipsum quod sphærica est, multo majores fiunt à convexo; objectivi latitudo tanta, quanta in alterà constructione, esse non poterit, quin objecta malè distincta repræsententur.

Septimò, quia exiguum Speculum convexum magis conducit ad vim augendi, quàm planum ovale, instrumentum sic constructum multò magis, quàm aliud augebit objecta pro ratione Sphæræ,
in

Fig. 1.

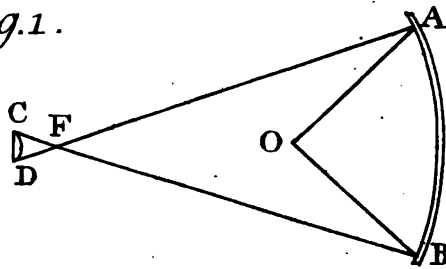


Fig. 2.

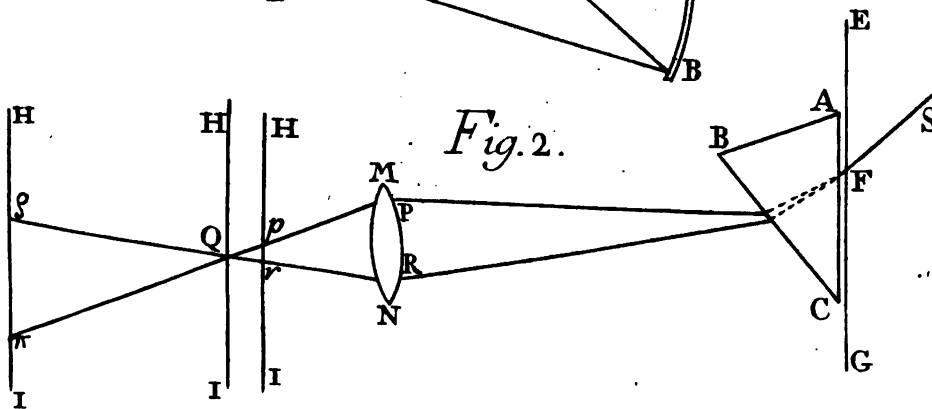


Fig. 3.

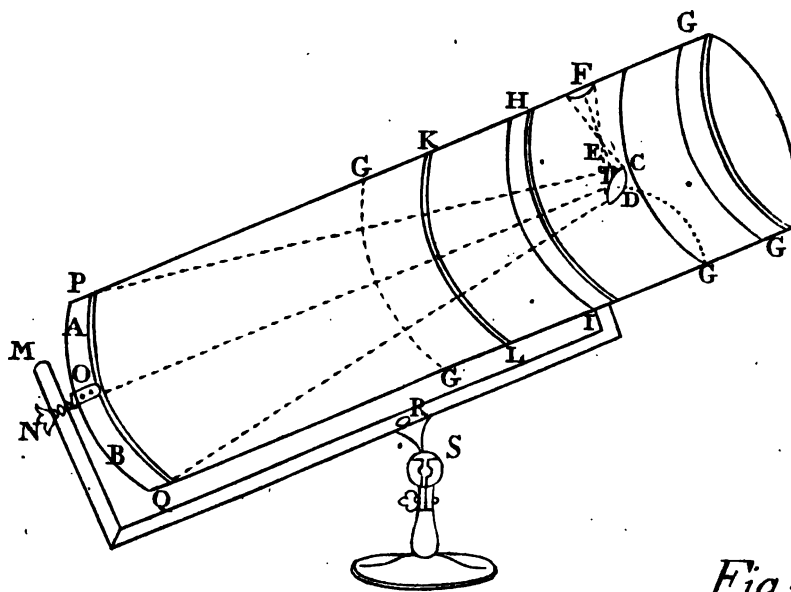
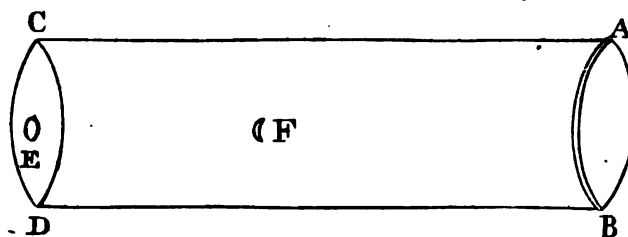


Fig. 4.



in quam magnum Metallum concavum formatum est; cumque ob-
 jecta multo majora reddat, quam deberet pro hiatus ratione, ea
 repræsentabit valde obscura & tenebricosa, & etiam confusa: Cui
 incommodo nullâ ratione concinnè subveniri potest. Nam, si exi-
 guum Speculum convexum facimus latioris Sphæræ, majus in-
 commodum creabit interceptando nimiam quantitatem meliorum
 Radium; si diameter Lentis ocularis minor fit, quam opus est,
 eo ipso angulus Visionis evadet adeò parvus, ut futurum sit ne-
 gotium difficultatis & incommodi plenissimum, detegere objecta,
 quorum, postquam inventa erunt, valde exigua pars uno intuitu
 dispicietur.

Animad-
 versiones
 in CAS-
 SEGRAINII Tele-
 scopium.

Hinc intelligere potes, quòd tria commoda, quæ sibi pro-
 ponit CASSEGRAINIUS, sunt potius incommoda. Nam, jux-
 ta constructionem, hiatus instrumenti erit angustus, objecta obscura
 & confusa; & etiam inventu difficilia. Neque video, quòmodo
 Reflexio fiat circa axem ipsum, & secundum Naturæ leges potius
 in hoc instrumento quam in alio; siquidem axis ipse Oculum ver-
 sùs reflectitur ab ovali plano Speculo, & Lux externa removeri ab
 Oculo potest tubi latere æquè bene ac fundo.

Vides igitur hujus Telescopii commoda nulla esse, sed incom-
 modum tantum fore, & quidem inevitabile, ut timeam ne in
 usum utiliter cedere possit. Et, cum reputo hoc Telescopii genus
 magis obvium esse quam alterum, ut vel inde constat quòd hoc
 aliis antea inventis simile est, ferè inducor ut credam eos, qui
 aliquid in Catoptriciis moliti sunt, omnes primùm expertos esse
 quid hoc præstaret, &, quoniam iis res malè processerat, hinc
 factum esse ut hætenus reflectentibus Telescopiis caruerimus.

Nam, GREGORIUS de hisce instrumentis agens in libro su-
 perius citato (pag. 95) ait; *De Mechanicâ horum Speculorum
 & Lentium ab aliis frustra tentatâ ego, in Mechanicis minis
 versatus, nihil dico.* Igitur tentata est horum Telescopiorum
 confectio, sed incassum. Et audiui quòd GREGORIUS ipse ante
 hos septem vel octo annos, unum sex pedes longum, Londini fa-
 ciendum curavit à REIVRO, quod arbitror factum juxta descrip-
 tionem in libro illo editam; sed, quamvis ab Artifice sanè perito
 conficeretur, successu caruit.

Qua-

Num. 83.

Quapropter optarem CASSEGRAINIUM hujus constructionis periculum fecisse antequàm eam vulgaret: quod si facere velit in posterum sibi met satisfactorius, arbitror futurum ut eventus eum doceat quàm parvi momenti sint cogitationes hujusmodi, donec actu quis illas exsequatur.

ART. X.



Proponuntur nonnulla experimenta pertinentia ad NEWTONI Theoriam de LUCE editam sub Num. 80. cum animadversionibus in hæc experimenta factis ab Auctore hujus Theoriæ, & communicatis Epistolâ datâ Cantabrigiæ A.D. decimum tertium Mensis Aprilis An. 1672.

I

Trans.
Phil. Men-
sis Maii
An. 1672.
Num. 83.
pag. 4059.

CONTRAHATUR Solis LUX absque lignæ fenestræ foramine, & ponatur Prisma inter Lentis Focum & foramen, de quo mentio fit in NEWTONI Theoriâ de Luce.

II

Ambæ Prismatis extremitates obtegantur Papyro ad varia à Prismatis meditullio intervalla positâ; aut annulis mobilibus, ut sic dispiciatur quomodo Figuræ longitudo mutetur, aut dividatur, in quâ insistitur in dictâ Theoriâ.

III.

III.

Ita Prisma convertatur, ut, meditullio immoto, ejus extremitates in orbem ferantur.

IV.

Prisma propellatur ita, ut primò altera ejus extremitas, dein de meditullium, denique altera extremitas transeat ante foramen, eodem servato parallelismo.

ART. XI.



*Animadversiones in experimenta superiùs
proposita.*

ILLI, qui hæc experimenta proposuit, istud, opinor, consilium fuit, ut eorum eventus disertè explicatos haberet unà cum observationibus, quæ ad illa pertinentes obviam sese fecerunt. Ibidem.
pag. 406.

De *primo*, notavi Solis imaginem, in papyro ad Lentis Focum positâ incidentem, extensam fuisse ab interposito Prismate in longitudinem proportionalem Prismatis Refractioni, aut distantiae à Foco. Præcipuè verò animadvertendum hic occurrit, (quantùm memini,) quòd rectilinea oblongæ imaginis latera magis erant distincta, quàm cùm Lens adhibita non fuerat.

Cùm in mentem revocarem, quòd Radii à *Venere* prodeuntes multò minùs alius alium versùs inclinantur, quam qui ex oppositis disci Solaris partibus procedunt; *Veneris* Lucem ad unum & alterum experimentum usurpavi. Ut autem satù virium haberent, necessarium duxi eos priùs patulâ Lente colligere, ac deinde, inserto Prismate inter Lentem ejùsque Focum eo intervallo ut tota

Is. Newtoni Opuscula. Tom. II.

R r

Lux

Num. 83. Lux per Prisma transire posset, comperi Focum, qui antea videbatur tanquam punctum lucidum, à Prismatis Refractione in longam fulgentem lineam produci.

Statueram aliquoties experiri quam figuram Stella fixa perspecta per longum Telescopium à Prismate inter Telescopium Oculumque posito mutaretur: Sed eventum ex Veneris nudo Oculo conspectæ facie præsentio.

Circa *secundum* experimentum observavi, aliud agens, latitudinem solaris imaginis, tectis papyro, nunc ad Prismatis medietullum propiore nunc remotiore, illius extremitatibus augeri vel minui pro ratione detectæ partis Prismatis, longitudine nullatenus mutatâ: quòd, si detecta Prismatis pars utrinque augebatur, utrinque in eadem ratione, & nunquam magis, Solis imago dilatatur.

De *tertio* loquar alteri respondens, ubi descriptos reperies effectus productos à duobus Prismatibus quomodocunque sese decussantibus. Si verò unum Prisma in gyrum agatur, colorata imago è loco in locum dumtaxat transferetur, describens in pariete, in quam projicitur, aut circulum aut aliquam aliam sectionem conicam, neque ullam, quoad figuram, mutationem patietur, nisi quas fortasse inducat parietis obliquitas, sive fortuita immutatio anguli, quem Prismatis superficies efficit cum Radiis solaribus.

Experimenti *quarti* successum jam innui, cum significavi Lucem transeuntem per inæqualiter crassas Prismatis partes eadem exhibere phænomena.

Nota: Longiores duorum Prismatum axes, in experimento descripto, sunt invicem paralleli; cetera ad eorum positionem pertinentia melius intelliges ex hoc Schemate (*Fig. 5.*) in quo EG denotet ligneam fenestram.

F foramen, quo terebrata est, & per quod Lux ad Prismata fertur.

ABC primum Prisma, quod Lucem refringit PT versùs, ibique Colores in oblongam imaginem diductos pingit.

αβγ secundum Prisma, quod rursus refringit Radios, sed ad contrarias partes Q versùs, ubi longa imago PT in rotundam contrahitur.

Sup-

Num- 84. tione infinitorum propemodum Radiorum, qui suapte indole suum quisque Colorem referant retineantque, atque adeò nati apti sint certà quãdam & peculiari ratione plus alii, alii minùs refringi: Radios ejusmodi, dum promiscui in apertà Luce confunduntur, nullatenus discerni, sed Candorem potiùs referre: in Refractione verò singulos unius Coloris ab aliis alterius Coloris secerni, & hoc modo secretos sub proprio & nativo Colore apparere: ea corpora sub aliquo Colore, verbi gratià, rubro videri, quæ apta sint reflectere aut transmittere Radios solummodo rubros: &c.

Isthæc tam extraordinaria hypothesi, quæ Dioptricæ fundamenta evertit, praxisque hactenus institutas inutiles reddit, tota nititur illo experimento Prismatis crystallini, ubi Radii per foramen fenestræ intra obscurum Cubiculum ingressi, ac deinde in parietem impacti, aut in chartâ recepti, non in rotundum conformati, ut CL. NEWTONO ad regulas Refractionum receptas attendenti expectandum videbatur, sed in oblongam figuram extensi apparuerunt: Unde conclusit, oblongam ejusmodi figuram ex eo esse, quòd nonnulli Radii minùs, nonnulli magis refringerentur.

Sed mihi quidem videtur juxta communes, & receptas Dioptricæ leges figuram illam, non rotundam, sed oblongam esse oportere. Cum enim Radii ex oppositis disci solaris partibus procedentes, variam habeant in ipso transitu Prismatis inclinationem, variè quoque refringi debent, ut, cum unorum Inclinatione 30 saltem minutis major sit inclinatione aliorum, major quoque evadat illorum Refractio.

Igitur Radii oppositi, ex alterâ superficie Prismatis emergentes magis divergunt, & divaricantur, quàm si nullatenus, aut saltem æqualiter, omnes infracti processissent, Refractio autem ista Radiorum fit solummodò versùs eas partes, quæ fingi possunt in planis ad Axem Prismatis rectis: nulla autem Refractionis inæqualitas contingit versùs eas partes, quæ intelliguntur in planis Axi parallelis; ut facîle demonstrari potest: Superficies enim duæ Prismatis censeri possunt inter se Parallelæ, ratione habitâ ad inclinationem Axis, cum singulæ ipsi Axi Parallelæ sint. Refractio autem

autem per duas Parallelas planas superficies nulla computatur, P. PAR-
quia quantum à primâ superficie Radius in unam partem torque-
tur, tantum ab alterâ in oppositam partem detorquetur. Igitur ^{DIES}
cùm Radii solares è foramine per Prisma transmissi ad latera qui-
dem non frangantur, procedunt ulterius, perinde ac si nulla Prif-
matis superficies obstitisset, (habitâ, inquam, ratione solum ad latera-
lem illam Divaricationem;) at verò cùm iidem Radii ad superio-
res, seu inferiores partes, alii quidem magis, alii verò minùs,
utpote inæqualiter inclinati, infringantur; necesse est eos magis
inter se divaricari, adeoque & in longiorem figuram extendi. <sup>animad-
vers. in
NEWTO-
NI Theo-
riam de
Luce &
Coloribus.</sup>

Quin si calculus ritè obeatur; ut Radii laterales inventi sunt à
Cl. NEWTONO in eâ latitudine, quæ subtendit Arcum 31. min., qui
arcus respondet Diametro Solis; ita nullus dubito, quin illa in-
venta quoque altitudo Imaginis, quæ 2 gr. & 49 min. subtendit, sit illa
ipsa quæ eidem Diametro Solis post inæquales Refractiones in illo
ipso casu respondeat.

Et revera (*Fig. 6*) posito Prismate ABC, cujus Angulus A ^{TAB. II.}
sit 60 gr., Radio DE, qui faciat cum perpendiculari EH, Angu-
lum 30 grad., invenio illum, dum emergit per FG, facere cum
perpendiculari FI Angulum 76 gr. 22. min. At verò posito alio
Radio dE, qui cum perpendiculari EH, faciat Angulum 29. gr.
30. min., invenio illum, dum emergit per fg, facere cum per-
pendiculari fi Angulum 78. gr. 45. min. Unde isti duo Radii
DE, dE, qui procedere supponuntur ex oppositis partibus disci
solaris, faciuntque inter se angulum 30. min., iidem, dum emer-
gunt per lineas Fg, fg, ita divergunt ut constituent Angulum
inter se 2. gr. 23. min. Quòd si duo alii Radii assumerentur ma-
gis accedentes ad perpendicularem EH, (v. g., qui cum eadem
perpendiculari facerent, unus quidem Angulum 29. gr. 30. min.,
alter verò 29. gr. 0 min.) tunc iidem Radii emergentes magis adhuc
divergerent, constituerentque angulum majorem etiam aliquando plus
quam trium graduum. Et præterea augetur ulterius ista interca-
pedo refractorum Radiorum ex eo, quòd duo Radii DE, dE,
concurrentes in E, illicò incipiunt divaricari, atque impingunt in
duo puncta disjuncta alterius superficie, nempe in F, & in f.
Quapropter non sufficit ad obeundum ritè calculum, è Longitu-

Num. 84 dine Imaginis impactæ in chartam subtrahere magnitudinem foraminis fenestræ; quandoquidem etiam posito foramine indivisibili E, adhuc fieret aliud veluti foramen latum in aliâ superficie, nempe Ff.

Quod etiam vocat *Experimentum Crucis*, mihi quidem videtur quadrare cum vulgaribus & receptis Refractionum regulis. Nam, ut modò ostendi, Radii solares, qui accedentes & convergentes faciunt angulum 30. min., egredientes etiam deinde post indivisibile foramen, divergunt in angulum duorum, & trium graduum. Quapropter non mirum, si isti Radii, sigillatim impingentes in alterum Prisma, perexiguo item apertum foramine, inæqualiter infringantur, cùm sit inæqualis illorum Inclinationo. Neque refert, quòd isti Radii attollantur, aut deprimantur per conversionem primi Prismatis, manente immoto secundo Prismate, (quod tamen in omni casu fieri non potest,) vel quòd manente primo immobili, secundum moveatur, ut successivè Radios coloratos totius imaginis excipiat, & per proprium foramen transmittat; utrolibet enim modo necesse est Radios illos extremos, hoc est, rubrum & violaceum incidere in secundum Prisma sub inæquali angulo, adeoque eorundem Refractionem esse inæqualem, ut violaceorum sit major.

Cùm igitur manifesta causa appareat oblongæ ejusmodi figuræ Radiorum, causâque illa ex ipsâ naturâ Refractionis oriatur; non videtur necesse recurrere ad aliam hypothésin, aut admittere diversam illam Radiorum Frangibilitatem. Quod deinde excogitavit de *Coloribus*, illud quidem egregiè consequitur ex præcedente hypothési; vetuntamen nonnullas & ipsum patitur difficultates: nam, quod ait nullum Colorem, sed potiùs Candorem apparere, ubi omnes omnium Colorum Radii promiscuè confunduntur, id verò non videtur conforme omnibus phænomenis. Certè, quæ variationes cernuntur in permistione diversorum corporum diversis Coloribus imbutorum, eadem omnino observantur in permistione diversorum Radiorum diversis item Coloribus imbutorum. Atque optimè ipse advertit, quòd quemadmodum ex flavo, & cæruleo corpore exsurgit viridis Color; ita ex flavo, & cæruleo Radio viridis item Color efficitur. Quare, si omnes omnium Colorum Radii

NEWTONI Theoriam de Luce & Coloribus.

Epistola ad Editorem data A. D. decimum tertium Mensis Aprilis An. 1672. ft. vet., quâ respondetur ad superiorem P. P A R D I E S.

Ibidem.
Num. 84-
pag 4091.

Digitized by Google

Num. 84.

Imprimis ait longitudinem solaris imaginis à Refractione Prismatis effectam non aliâ indigere causâ, quàm diversâ Radiorum ab oppositis partibus Solaris disci profluentium Incidentiâ, adeòque non probare diversam Refrangibilitatem Radiorum. Et, quò assertionis ejus veritatem confirmet, ostendit casum, in quo, ex diversâ Incidentiâ triginta Minutorum, differentia Refractionis potest esse duorum graduum cum viginti tribus Minutis, vel etiam paulò major, prout exigit meum experimentum. Sed hallucinatus est Reverend. Pater; nam Refractiones à diversâ parte Prismatis, quantum potest, inæquales statuit R. P. PARDIES, cum tamen ego tum in experimentis, tum in calculo de experimentis

TAB. II. istis inito, æquales adhibuerim. Si (Fig. 7.) autem ABC, Prismatis sectio ad Axem ejus perpendicularis, FL, & KG, Radii duo in α (medio foraminis) decussantes, & in Prisma illud incidentes ad G & L; sintque eorum refracti GH, & Lm, ac denuo HI, & mn. Et, cum Refractiones ad latus AC æquales esse Refractionibus ad latus BC, quam-proxime, supposuerim; si AC, & BC statuantur æqualia, similis erit Radiorum GH, & Lm ad AB, basin Prismatis, inclinatio; adeòque ang. CLm = ang. CHG, & ang. Cml = ang. CGH. Quare etiam Refractiones in G, & m æquales erunt, ut & in L & H; atque adeò ang. KGA = ang. nmb, & ang. FLA = ang. BHI; & proinde refractorum HI, & mn, eadem erit ad invicem inclinatio ac est incidentium Radiorum FL & KG. Sit ergo ang. F α K 30. min., æqualis nempe solari Diametro, & erit angulus, quem HI & mn comprehendunt, etiam 30. min., si modò Radii FL, & KG, æqualiter refrangibiles statuantur. At mihi experienti prodiit angulus ille, circiter, 2 grad. 49 min., quem Radius HI, extremum violaceum Colorem, & mn cæruleum exhibens, constituere, ac proinde Radios illos diversimode refrangibiles esse, sive Refractiones secundum disparem sinuum Incidentiæ, & Refractionis rationem peragi necessario concedendum est.

Addit præterea R. P., quòd non sufficit ad obeundum ritè calculum, ex longitudine imaginis impactâ in chartam subtrahere magnitudinem foraminis fenestræ; quandoquidem etiam posito foramine

mine indivisibili, adhuc fieret aliud veluti foramen latum in posteriori superficie Prismatis. Mihi tamen videtur, his non obstantibus, quòd Refractiones Radiorum, in anteriori æquè ac posteriori superficie Prismatis decussantium, ex adhibitis principiis possint ritè computari. Sed si res secus esset, latitudo hiatùs in posteriori superficie, quod ad-instar foraminis est, haud efficeret errorem duorum minutorum secundorum; & in rebus practicis non operæ pretium duco ad minutias istas attendere.

Illi insuper *Experimento*, quod Crucis vocaveram, nihil adversatur R. P. dum contendit, inæquales Radiorum diversis Coloribus imbutorum Refractiones ex inæqualibus Incidentiis effectas fuisse. Nam Radiis per duo admodum parva, ab invicem distantia, & immota foramina, transeuntibus, Incidentiæ illæ, prout ego experimentum institui, omninò æquales erant, & tamen Refractiones liquidò inæquales. Sin ille de experimentis nostris dubitet, oro, ut Radiorum diversis Coloribus præditorum Refractiones ex Incidentiis paribus mensuret, & sentiet inæquales esse. Si modus ille, quem ego ad hoc negotium adhibui minùs placeat, (quo tamen nullus potest esse luculentior,) facile est alios excogitare; sicut & alios ipse haud paucos cum fructu expertus sum.

Contra *Theoriam* de Coloribus objicitur quòd pulveres diversorum Colorum permisti, non candidum, sed subobscurum & fuscum Colorem exhibent. Mihi verò Albus, Niger, & omnes intermedii Fusci, qui ab Albo, & Nigro permistis componi possunt, non specie Coloris, sed quantitate Lucis tantùm differre videntur. Et cùm in mistione Pigmentorum, singula corpuscula non nisi proprium Colorem reflectant, adeoque maxima pars Lucis incidentis supprimatur, & retineatur; Lux reflexa subobscura evadet, & quasi cum tenebris permista, adeo ut non intensum Alborem, sed qualem Nigredinis permistio conficit, hoc est fuscum exhibere debeat.

Objicitur deinde, quod à liquoribus quibuscunque, diversi Coloris in eodem vase commistis, æquè ac in diversis vasis contentis, Opacitas oriri debet, quod tamen ait verum non esse. Sed non video consequentiam. Nam plurimi liquores agunt in se

If. Newtoni Opuscula. Tom II.

S s

invi-

NI Rel-
ponso ad
P. PAR-
DIES.

Num. 84.

invicem, & novam sibi mutuò partium contexturam secretò inducunt; unde opaci, diaphani, vel variis Coloribus, ex Coloribus permistorum nullo modo oriundis, præditi evadere possunt. Et hæc de causâ experimenta hujusmodi minùs apta semper existimavi à quibus conclusiones deduci possint. Subnoto tamen, quod ad hoc experimentum requiruntur liquores saturis & intensis Coloribus præditi, qui perpaucos nisi proprii Coloris Radios transmittant, quales rarò occurrunt, ut videbitur illuminando liquores cum diversis Coloribus Prismatis in obscurato Cubiculo. Nam pauci reperientur, qui in propriis Coloribus satis diaphani appareant, inque alienis opaci. Convenit præterea, ut adhibiti Colores sint inter se oppositi, quales existimo fore rubrum, & cæruleum, vel flavum, & violaceum, vel etiam viridem, & purpureum illum qui coccineo affinis est. Et ex hujusmodi liquoribus nonnulli, (quorum partes tingentes non congregiuntur,) fortasse permisti evadunt opaciores. Sed de eventu nihil sum sollicitus, tum quòd luculentius est experimentum in liquoribus seorsim existentibus, tum quòd experimentum illud, (sicut & Iridis, Tincturæ nephriticæ, & aliorum corporum naturalium phænomena,) non ad probandam, sed ad illustrandam tantùm Doctrinam proposui.

Quod R. P. *Theoriam* nostram Hypothesin vocat; amicè habeo siquidem ipsi nondum constet. Sed alio tamen consilio proposueram, & nihil aliud continere videtur quàm proprietates quasdam Lucis, quas jam inventas probare haud difficile existimo, & quas, si non veras esse cognoveram, pro futili, & inani speculatione mallem repudiare, quàm pro meâ *Hypothesi* agnoscere. Quid verò cenferi mereatur, ex responsionibus ad animadversiones Domini N. N. fortasse statim proditura, clarius patebit. Interim vale, & perge amare

Tibi devotissimum

I. NEWTON.

A R T.

ART. XIV.

*Excerptum ex ISAACI NEWTONI Epistolâ
nuper ad Editorem scriptâ, quâ ipse genui-
nam suggerit Methodum, doctrinam suam
de Luce & Coloribus antebac propositam,
evincendi, subjectâ certorum Quæstionum,
debitis experimentis solvendorum, serie.*

LICEAT mihi hac occasione tibi significare nequaquam censere
me efficacem eam esse determinandæ veritatis rationem,
quâ diverſi examinantur modi, quibus Phænomena explicari pos-
sunt; nisi ubi perfecta fuerit omnium istorum modorum enumera-
tio. Nosti genuinam proprietates rerum investigandi Methodum
esse, quâ illæ ab experimentis deducuntur. Ac jam antè tibi di-
xeram Theoriam à me propositam evictam mihi fuisse, non quidem in-
ferendo rem ita se habere, quia haud se habeat aliter; videlicet, non eam
deducendo dumtaxat à contrariarum suppositionum confutatione;
sed ipsam ab experimentis positivè & directè concludentibus deri-
vando. Vera itaque ratio eam examinandi hæc erit, si considere-
mus scilicet num experimenta à me proposita illas Theoriæ par-
tes, quibus accommodantur, rêverâ probent; vel si alia prose-
quamur experimenta, quæ ab ipsâ Theoriâ, ad examinandam eam,
suggerantur; atque hoc ipsum methodo genuinâ fieri velim, per-
vestigatis primùm ac determinatis legibus Refractionis, priùsquàm
Colorum natura disquiratur. Præter rem itaque haud fore credi-
derim disquisitionem hanc ex sequentium Quæstionum serie insti-
tuere; quæ quidem ut à solertibus sagacibusque Naturæ Mystis,

Trans.
Phil.
15 Mens.
Juli An.
1672.
Num. 85.
pag. 5006.

Num. 85. pronuntiatis experimentorum eventibus, dirimantur, in votis quam maximè habeo. Ea sunt

I.

Num Radii, qui æquali Incidentiâ in idem medium incidunt, Refractiones habeant inæquales; quantæque sint Refractionum, quas illi subeunt, inæqualitates in quavis Incidentiâ.

II.

Quænam ea sit lex, juxta quam Radius quilibet magis minùsve refringitur? Sitne, quòd idem Radius semper refringatur secundum eandem rationem finuum Incidentiæ & Refractionis; diversi autem Radii secundum rationes diversas? An verò, quòd cujuslibet Radii Refractio major minòrve sit absque ullâ regulâ certâ? Hoc est, utrùm unusquisque Radius certum habeat gradum Refrangibilitatis, juxta quem fiat ipsius Refractio, an verò refringatur sine istâ regularitate.

III.

Num Radii, certis gradibus Refrangibilitatis præditi, quando, quo demum cunque modo, secernuntur, certos obtineant Colores ipsis proprios; puta, Radii minimè omnium refrangibiles, coccineum; maximè refrangibiles, saturum violaceum; intermedi, subviridem; alii, alios. Et è contra?

IV.

Num Color cujusvis generis Radiorum seorsim existentium mutari possit Refractione?

V.

Utrùm Colores coalescendo reverà se invicem mutant ad producent-

ducendum Colorem novum; an verò eum producant nonnisi se NEWTONI metho-

NI metho-
dus ewin-
cendi
Theoriam
suam.

VL

Num debita Radiorum miscela, omnigenâ Colorum varietate prædita, Lucem producat sôlari Luci simillimam; quæque easdem omnino proprietates obtineat; eadem denique phænomena exhibeat?

VIL.

Utrum componentes cujusvis miscelæ Colores reverâ mutentur, an verò secernantur dumtaxat, quando ex mixturâ illâ varii Colores rursus produciuntur per Refractionem?

V.I.E.

Dentur - ne ulli alii Colores Refractione producti, præter eos, quos oriri oportet à Coloribus ad Radios diversimodè refrangibiles pertinentibus, dum illi Refractione suâ fecernantur vel miscentur?

Per experimenta determinare hæc, familiæ Quæsitæ, quæ propositam Theoriam involvunt, maximè genuina directaque videtur ad conclusionem via. Proindeque omnes velim objectiones suspendi, quæ ab Hypothesibus desumuntur ullisve Fontibus aliis quàm his duobus; quibus nempe, vel ostendatur experimentorum ad determinanda hæc *σημεία*, probandasve ullas alias Theoriæ meæ partes, insufficientia, hallucinationes, defectusque in conclusionibus meis inde deductis indigitando: vel alia producantur experimenta è diametro mihi opposita, siquæ talia occurrere videantur. Si enim experimenta, quæ à me urgentur, laborant defectibus, difficile haud fuerit eos ostendere; si verò valida fuerint, eo ipso, dum Theoriam meam asserunt probantque, omnes objectiones convellunt.

Ibidem.
pag. 5012.

REDDITÆ mihi sunt tuæ litteræ cum Observationibus Clarissimi & Ingeniosissimi NEWTONI, quibus ad meas difficultates respondit. Eas ego legi non sine maximâ voluptate. Et primum, quod attinet ad ipsum experimentum majoris latitudinis Colorum, quàm exigeret vulgaris Theoria Refractionum; fateor me inæquales Refractiones in oppositis Prismatis faciebus supposuisse, nec ullatenus advertisse in literis relatis in Transactionibus observatam fuisse à NEWTONO majorem illam latitudinem in eo casu, in quo Refractiones ponerentur reciproce æquales, eo modo, quo hic in istis observationibus dicitur. Sed nec ab eo tempore in iisdem Transactionibus videre licuit, cum eas non potuerim recuperare. Cum igitur nunc videam etiam in eo casu observatam majorem illam Colorum latitudinem; certè ex hoc capite nihil mihi ulterius restat difficultatis. Ex hoc, inquam, capite, nam aliunde videtur posse reddi ratio illius phænomeni absque istâ variâ Radiorum Refrangibilitate. Etenim in eâ hypothesi, quam fuscè explicat noster GRIMALDUS, in quâ supponitur Lumen esse substantia quædam rapidissimè mota, posset fieri aliqua diffusio Luminis post transitum foraminis, & decussationem Radiorum.

* Pag. 319 hujus.

diorum. Item, in eâ hypothesi, quâ Lumen ponitur progredi per certas quasdam Materiæ subtilis Undulationes, ut explicat subtilissimus HOOKIUS, possunt explicari Colores per certam quandam *diffusionem atque expansionem Undulationum*, quæ fiat ad latera Radiorum ultra foramen, ipso contagio ipsâque materia continuatione. Certè ego talem adhibeo *Hypothesin* in dissertatione de motu Undulationis; quæ est sexta pars meorum Mechanicorum; ut ponam, Colores istos apparentes fieri ex solâ illâ communicatione Motionis, quæ ab Undulationibus directè procedentibus ad latera effundatur: Ut (Fig. 8.) si Radii intrantes per foramen *a*, progrediantur versùs *b*, Undulationes quidem directè terminari deberent, (habendo rationem ad motum rectum & naturalem,) ad lineam rectam *ab*; nihilominùs tamen propter continuitatem materiæ, sit aliqua communicatio commotionis versùs latera *ec*, ubi tremula quædam, & crispans succussio excitatur: Atque si in illâ laterali crispatione consistere Colores supponatur, existimo omnia phænomena Colorum explicari posse, ut fusiùs in eâ, quam dixi, dissertatione expono. Quibus item positis, apparet etiam, cur ultra quàm ferat Radiorum ipsorum divaricatio, expandi Colorum latitudinem necesse sit. Verùm ista obiter hîc tantùm adnotasse sufficiat.

Quod adnotat, errorem, qui oriri possêt in calculo, ex eo, quod dixeram, veluti foramine factò in posteriori facie Prismatis; errorem, inquam, illum non posse inducere sensibilem varietatem, id optimè adnotatum est: neque ego existimavi inde multùm augeri Colorum latitudinem; sed tantummodo accuratam calculi rationem indicare volui. Quapropter & ego in praxi negligendam hanc cautionem cenfeo.

Circa *experimentum Crucis*, nequaquam dubito, quò minùs in suo experimento talem situm adhibuerit, in quo, æqualis inclinatio fuerit Radiorum incidentium, quandoquidem id ita à se præstitum expressè affirmat. Verùm, id non ego poteram conijcere ex iis, quæ superiùs legeram; ubi ponuntur duo exigua, & maxime distantia foramina, & unum Prisma prope primum foramen, quod est in fenestrâ, per quod Prisma Radii colorati

erum-

P. PARK-
DIES
Repositio
ad NEW-
TONUM.

TAB. II.

Num. 3: erumpentes, incidunt in alterum distans foramen: Addebatur autem, quod ad hoc, ut omnes illi Radii successivè inciderent in secundum illud foramen, convertebatur primum Prisma supra Axem: Atqui hoc modo necesse est mutari inclinationem Radiorum, qui incidunt in secundum foramen: Atque indicavi ego, quòd perinde sese res habet, sive manente primo Prismate immobili, secundum foramen attolleretur, aut deprimeretur, ut possit successivè Radios omnes depictæ Imaginis solaris excipere, sive manente isto secundo foramine immobili, primum Prisma converteretur, ut ita eadem Imago situm mutaret, atque in foramen impingere secundum omnes successivè partes posset. Sed alias, sine dubio, adhibuit cautiones solertissimus NEWTONUS.

Quæ circa Colores objeceram, optimè soluta existimo. Quod autem *Theoriam* istam appellarim *Hypothesein*, id certè ego nullo adhibito consilio feci; atque nomen usurpavi quod primum occurrit: quapropter velim ut ne per contemptum adhibitam vocem ejusmodi existimet; Clarissimum verò NEWTONUM imprimis suspicio ac veneror.

ARTIC. XVI

ISAACI NEWTONI *responsio ad superiorem epistolam.*

Ibidem.
pag 5014.

IN observationibus Reverend. Patris IGNATII PARDIES, quas ad te denuo conscripsit, an majus sit humanitatis argumentum, quòd meis responsionibus vim omnem attribuit; an ingenii, quòd Objectiones proponit, quæ, si non probè tolerantur, doctrinam nostram frustrari possint, vix dixerim: Utrunque sanè ad determinandam veritatem optimè conducit, efficitque ut acceptis quàm-lubentissimè respondeam.

Ait

Ait R. P. quòd absque variâ diversorum Radiorum Refrangibilitate, possibile sit explicare longitudinem Colorum; puta, ex Hypothesi P. GRIMALDI, per diffusionem Luminis, quod supponitur esse substantia quædam rapidissimè mota, vel ex Hypothesi HOOKII nostri, per diffusionem vel expansionem undulationum, quas statuit in æthere à lucidis Corporibus excitatas quaquaversum propagari. Addo quòd ex Hypothesi CARTESIANA potest etiam effingi consimilis diffusio conatûs vel pressiois Globulorum, perinde ut in explicatione Caulæ Cometæ supponitur. Et eadem diffusio vel expansio juxta aliam quamvis Hypothesin, in quâ Lumen statuitur esse vis, Actio, Qualitas, vel substantia quælibet à luminosis corporibus undique emissâ, effingi potest.

Ut his respondeam, animadvertendum est, quòd Doctrina illa, quam de Refractione, & Coloribus explicui in quibusdam Lucis proprietatibus solummodo constitit, neglectis Hypothesibus, per quas, proprietates illæ explicari debent. Optimus enim & tutissimus philosophandi modus videtur, ut imprimis rerum proprietates diligenter inquiramus & per experimenta stabiliamus, ac dein tardius contendamus ad hypotheses pro earum explicatione. Nam, hypotheses ad explicandas rerum proprietates tantum accommodari debent, & non ad determinandas usurpari, nisi quatenus experimenta subministrare possint. Et si quis ex solâ hypothesium possibilitate de veritate rerum conjecturam faciat, non video quo pacto quicquam certi in ullâ scientiâ determinare possit; siquidem alias atque alias hypotheses semper licet excogitare, quæ novas difficultates suppeditare videbuntur. Quamobrem ab Hypothesium contemplatione, tanquam improprio argumentandi loco, hic abstinendum esse censui, & vim objectionis abstrahendam, ut plenior, & magis generalem responsionem accipiat.

Itaque per Lumen intelligo quodlibet Ens, vel Entis potestatem, (sive sit substantia, sive quævis ejus Vis, Actio, vel Qualitas) quod à corpore lucido rectâ pergens aptum sit ad excitandam visionem; & per Radios Luminis intelligo minimas, vel quælibet indefinitè parvas ejus partes, quæ ab invicem non dependent, quales sunt illi omnes Radii, quos lucentia corpora vel simul,

Is. Newtoni Opuscula. Tom. II.

T t

vel

Nam. 85. no refractionem passum fuisset; concedendum est, Diffusionem Luminis à refractione anterioris Prismatis effectam, non oriri ab aliqua præfatarum causarum, aut alia quavis irregularitate, sed diversæ refrangibilitati radiorum solummodo tribuendam esse; utpote quâ radius unusquisque, ex insita dispositione tantam refractionem in posteriori Prismate, ac in priori passus, reducit in parallelismum cum se ipso; & sic omnes radii ad se mutuò eadem inclinationes resumunt quas ante refractiones habuere.

Demum; ut hæc omnia summè confirmarem, adjeci Experimentum illud, quod jam nomine *Crucis* passim insignitur, de cujus conditionibus cum R. P. dubitaverit, placuit jam designare

TAB. II. Schemate (Fig. 9.). Sit BC anterior Tabula, cui Prisma A immediate præfigitur, sitque DE altera Tabula, quasi 12 pedibus abinde distans, cui suffigitur alterum Prisma F. Tabulæ autem ad x & y ita perforentur, ut aliquantulum Lucis ab anteriori Prismate refractæ trajici possit per utrumque foramen ad secundum Prisma; inque eo denuò refringi. Jam Prisma anterius circa Axem reciproco motu convertatur, & colores in tabulam posteriorem DE procidentes, per vices attollentur, & deprimentur, eoque pacto alius atque alius color successivè pro arbitrio trajici potest per foramen ejus, ad posterius Prisma, dum ceteri colores in Tabulam impingunt: Et videbis radios diversis coloribus præditos diversam pati Refractionem, in illo posteriori Prismate, ex eo quòd ad diversa loca parietis, vel cujusvis obstaculi GH, pedibus aliquot ulterius remoti, allabentur: puta, Violacei Radii ad H, Rubri ad G, & intermedii ad loca intermedia: & tamen propter determinatam positionem Foraminum necesse est ut similis sit incidentia Radiorum cujusque coloris per utrumque trajecti. Atque ita ex mensura constat Radios, diversis coloribus affectos, habere diversas Leges Refractionum.

Sed suspicor unde adductus sit R. P. in dubitationem; nempe videtur collocasse primum Prisma A, post tabulam BC, atque ita convertendo circa Axem, verisimile est inclinationem radiorum, qui interjacent foramina propter intermediam Refractionem fuisse muta-

muta-

mutatam. At, ex descriptione prius exposita, debuit tabula illa collocari post Prisma, ut Radii inter Foramina in directum jacerent, quemadmodum ex verbis * constare potest. Et usus Experimenti idem innuit. Ex abundanti placet observare, quòd in hoc Experimento colorata Lux ob Refractionem secundi Prismatis longe minùs diffunditur ac divaricat, quàm cùm alba existit; adeò ut imago ad G, vel H, sit penè circularis; præsertim si Prismata statuantur parallela, & in contrario situ Angulorum, prout in Schemate designantur. Quinetiam, si præterea diameter foraminis y adæquet latitudinem Colorum, nulla erit ejusdem coloratæ Lucis in longum diffusio; sed Imago, quæ à quopiam colore ad G vel H effingitur (positis circularibus foraminibus, & Refractione Posterioris Prismatis non majori quàm prioris, radiisque ad obstaculum quam-proximè perpendicularibus) erit planè circularis. Id quod arguit diffusionem, de quâ supra egimus, non ex contagione, vel continuitate materiæ undulantis, aut celerrimè motæ, vel similibus causis ortam esse, sed ex certâ Refractionum cujusque generis Radium lege. Cur autem Imago illa in uno casu sit circularis, & in aliis nonnihil oblongata, & quomodo diffusio Lucis in longitudinem, in quolibet casu pro arbitrio minui possit, à Geometris determinandum, & cum Experientia conferendum relinquo. Postquam proprietates Lucis, his, & similibus Experimentis satè exploratæ fuerint, spectando radios tanquam ejus sive collaterales, sive successivas partes, de quibus experti sumus per independenciam quòd sint ab invicem distinctæ; Hypotheses exinde dijudicandæ sunt, & quæ non possunt conciliari, rejiciendæ. Sed levissimi negotii est accommodare Hypotheses ad hanc Doctrinam. Nam si quis Hypothesin *Cartesianam* defendere velit, dicendum est, Globulos esse inæquales, vel pressiones Globulorum esse alias aliis fortiores, & inde diversimodè Refrangibiles, & aptas ad excitandam sensationem diversorum colorum. Et sic juxta Hypothesin *Cl. HOOKII* dicendum est, Undulationes ætheris esse alias majores sive crassiores aliis. Atque ita in ceteris. Hæc enim videtur esse summè necessaria lex & conditio Hypothesium, in quibus naturalia corpora ponuntur constare ex quamplurimus corpusculis

Secunda
NEWTONI
Responsio
ad P.
PARDIES.

T t 3

acer-

* Sumpsi duos asseres, &c., quæ vide pag. 283. hujus.

Num. 85.

acervatim contextis, ut à diversis lucentium corpusculis, vel ejusdem corpusculi diversis partibus (prout motu, figurâ, mole, aut aliis qualitatibus differunt) inæquales pressiones, motiones, aut mota corpuscula per æthera, quaquaversum trajiciantur, ex quibus confusè mistis, Lux constitui supponetur. Et nihil durius esse potest, in istis Hypothesibus, quàm contraria suppositio.

Ex aperturâ sive dilatatione Lucis, in posteriori facie Prismatis, quam R. P. dixit esse veluti foramen, sufficit, quòd error non emerget sensibilis, si modò aliquis emergeret. Quòd si Calculus juxta observationes præcisè ineatur, error erit nullus. Nam diametro foraminis à longitudine imaginis subducta, restabit longitudo, quam imago haberet, si modò foramen ante Prisma esset indivisibile, idque non obstante præfata Lucis dilatatione in posteriori facie Prismatis; ut faciliè ostenditur. Deinde ex datâ illâ longitudine imaginis, ac distantia à foramine indivisibili, ut & positione, & forma Prismatis, & ad id inclinatione incidentium radiorum, ac angulo, quem refracti Radii ad medium imaginis tendentes, cum à centro Solis incidentibus constituunt, cetera omnia determinantur. Et quæ determinant Refractiones, & positiones Radiorum, sufficiunt ad calculum istarum Refractionum ritè in-eundum. Sed res non tanti esse videtur, ut moram inferat.

Quòd R. P. Doctrinam nostram Hypothesin vocaverit, non aliunde factum esse credo, quam quòd vocabulum usurpavit, quod primum occurrit; siquidem mos obtinuit ut quicquid exponitur in Philosophiâ dicatur Hypothesis. Et ego sanè non alio consilio vocabulum istud reprehendi, quam ut ne invalesceret appellatio, quæ rectè Philosophantibus præjudicio esse potest.

Reverend. verò Patris candor in omnibus conspicitur; indèque modus efferendi benevolentiam, qui mihi minimè convenit. Quòd tamen nostra non displicent, vehementer gaudeo. Vale.

Dabam *Cantabrigiæ* 11. Junii 1672.

Hæc

Hæc responsio ad Reverend. Patrem IGNATIUM PARDIES ^{Ibidem pag. 5018.}
mox transmissa, id effecit, ut ille die 9 Julii 1672. rescriberet
gallicè in hunc sensum.

Omninò mihi satisfecit novissima responsio à Domino NEW-
TONO ad meas instantias data. Novissimus scrupulus, qui mihi
hærebat circa experimentum Crucis penitus fuit exemptus. Atque
nunc planè ex Figurâ ipsius intelligo, quod non intellexeram
antè. Experimentum peractum cùm fuerit isto modo, nihil habeo
quod in eo desiderem ampliùs. Rem mihi pergratam feceris, si
ipsi singularem meum ingenii & doctrinæ ejus cultum contesteris,
& pro illo studio maximas gratias agas, quo voluit adnotationes
meas examinare, isque respondere. Præter existimationem illam,
quam jam antè de acumine ejus conceperam, affectus hic officio-
sus magnoperè me ipsi devinxit.

ART. XVII.

ISAACI NEWTONI

*Responsio ad nonnullas considerationes in Do-
ctrinam suam de Luce & Coloribus edi-
tam sub harum Transactionum Num. 80.**

DOMINE.

TIBI jam dixi, quòd, cùm considerationes in meam de Re-
fractionibus & Coloribus epistolam à te mihi missas evolve-
rem, nihil offendi, cui non faciliè responderi posse putarem. Et,
quanquam harum considerationum Auctor majori, quàm expecta-
bam, studio quandam hypothesin complexus sit, non tamen du-
bito,

Transf.
Phil.
18. Mens.
Nov. An.
1672.
Num 88.
pag. 5084.

* Pag. 279. hujus.

Num. 88. bito , quin idem illi consilium sit , quod mihi est. Ego quidem scientiam totis viribus & bonâ fide prosequor ; neque incertas speculationes magnificiens , quia subtiliores sunt ; neque veritates indubias parvipendens , quia simplices sunt & obviæ. Quibus confusus responsione hac suam Dissertationem * excipio.

I.

De activâ Optices parte.

Quod primum sese obviam facit, mihi minùs jucundum est, & ideo quia tale est, hinc initium duco. Auctori considerationum placuit me reprehendere, quòd cogitationem perficiendæ Optices per Refractiones deposuerim. Si per epistolam privatam me de hac re interrogare dignatus esset, ei narravissem quomodo successerint tentamina, quæ de hoc aggressus sum, & quæ successa nunc affirmare possum minora fuisse, quàm quæ ipsemet olim expectaveram, & quæ fortasse, ille etiam nunc sperat. Sed, quia ipsi libuit pro confesso assumere me hoc negotium sine debitâ consideratione omisisse, eum remittam prioribus meis epistolis, quibus constat conjecturam istam esse prorsus fundamento destitutam. Etenim, quæ ibi leguntur, ad Telescopia, more vulgato constructa, sunt referenda, & id sibi volunt, quòd horum Telescopiorum perfectio expetenda non est ex aptiore vitrorum figurâ, ut arbitrabantur Optici. Non autem desperavi ea perfici posse, si aliter construerentur; quâ de causâ cavi ne quid infererem, quod contrarium innuere posset. Nam, quamvis Refractiones quæ se, aliæ alias, excipiunt, & quæ easdem partes versùs fiunt, necessariò majores reddere debeant errores primæ Refractionis; attamen fieri posse videbatur, ut, contrariis Refractionibus, inæqualitates adeò sese mutuò corrigerent, ut earum differentia certæ Regulæ submitteretur; quod si concinnè perageretur, nulla difficultas superesset. Eo consilio ad trutinam revocavi quid perfici posset, non solis vitris, sed præcipuè coagmentatione diversorum mediorum sibi succedentium, puta, duobus aut pluribus vitris vel crystallis, quibus interjecta esset aqua,

vel

* Supervacaneum duximus Dissertationem hanc de verbo ad verbum hic referre, quia in responsionis contextu sunt præcipua capita ad Respondentem spectantia.

vel alius liquor ; quæ omnia simul fungerentur vice unius vitri , NEWTONI
Responsio
ad ob-
jectiones
aliquas.
præsertim objectivi ; nam ex objectivorum constructione instrumen-
ti perfectio maximè pendet. Quod autem compererim meditan-
do , aut periculis à me factis , id evulgandi meliorem fortasse oc-
casionem offendam.

Afferitur , quòd Radii minùs accuratè unum idémque punctum
versùs à concavà superficie reflectuntur , quàm à convexà refrin-
guntur ; cui assertioni assentire nequeo ; neque concedere valeo
in breviorè lineam se extendere posterioris quàm prioris Focum.
Contrarium potiùs verum esse intelliges ex adnexà Tabellà , quæ
accommodata est tum superficièi concavæ reflectenti , tum con-
vexæ refringenti. Suppono autem eas habere hiatus æquales , &
Radios parallelos colligere ad æqualia ab earum Verticibus inter-
valla ; quæ intervalla si dividantur in quindecim millia partium ,
earum sexaginta millia continebit Sphæræ concavæ diameter , at
convexæ decem millia. Suppono etiam Sinus Incidentiæ & Re-
fractionis esse , numeris rotundis , ut 2 ad 3. Ista verò Tabella ,
quam subdo , ostendit quantùm Radii exteriores , pro variis hiati-
bus , à primario eorum Foco aberrant .

Hiatum Diametri.	Axis Partes interceptæ inter Vertices & Radios.		Errores Per	
	Reflexi	Refracti	Reflexionem	Refractionem
2000	1499 $1\frac{2}{3}$	14865	8 $\frac{1}{3}$	135
4000	14966	14449	33	551
6000	14924	13699	76	1301
8000	14865	12475	135	2525
10000	14787	9472	213	5528

Unde percipere potes , quòd tantùm abest ut errores geniti à
convexà superficie refringente minores sint , ut potiùs sexdecim
vicibus majores sint quàm similes errores à concavà reflectente

Is. Newtoni .Opuscula. Tom. II.

V v pro-

Num. 28. producti, præsertim quando hiatus ingentes sunt; & insuper in hac computatione nullatenus spectavi ad heterogeneous Lucis constitutionem. Itaque, quantumvis harum Animadversionum Auctor contraria supponens, Reflexiones tanquam Opticæ promovendæ minùs utiles rejiciat; ego tamen hac aliisque de causis illas in speculatione Refractionibus anteferre debeo.

Utrum Parabolæ descriptio difficilior sit descriptione Hyperbolæ, & Ellipsos

- - - adhuc sub Judicæ lis est,

sed non video quòd omnino necessarium sit aut harum aut illius descriptiones moliri. Nam, si Metallo accuratè induci potest figura spherica, tanta habebuntur Specula, quanta unquam probè perpoliri possint. De dioptricis autem Telescopiis, jam dixi quòd tota difficultas versatur, non in vitri figurâ, sed in Refractionum inæqualitate; quæ si abesset, docere possem remedium melius & facilius, quàm usus Sectionum conicarum.

II.

De parte theoreticâ.

Hactenus de activâ, seu practicâ Optices parte. Nunc examen aggredior considerationum ad meas theorias pertinentium. Sed in illis nihil aliud facit Auctor, quàm hypothesin non meam mihi tribuere; pugnare pro hypothesi, cujus præcipua pars contra me non facit; concedere maximam partem assertionum, quæ in meâ Dissertatione continentur, dummodo per ejus hypothesin explicentur; & negare nonnulla, quæ vera ab experimentis declarantur.

III.

De hypothesi mihi per errorem tributâ.

De hisce omnibus ordine disputabo. Et primò quidem de hypothesi, quam mihi adscribit his verbis: *1st. receptâ primâ ejus*
sup-

suppositione, quòd Lux est corpus, & quòd quot in eâ sunt Colores aut gradus, tot esse possunt corpora; quæ omnia simul composita gignunt Albedinem, &c. En, ut videtur, id quod accipit pro meâ hypothesi. Verum quidem est, quòd ex meâ Theoriâ arguo Lucem esse corpus; at id non incunctanter assero, ut innuit verbum *fortasse*; id propono, ad summum, tanquam probabile doctrinæ meæ confectarium, non tanquam hypothesin quâ, velut fundamento, doctrina stabiliatur, quinimo nec tanquam doctrinæ partem; quæ omnino superioribus Propositionibus continebatur. Et sanè miror objectionum Auctorem, me tam parvæ memoriæ credere potuisse, ut, cùm perquam asseveranter Theoriam meam asseruissem, deinde suppositionem ipsam, quâ Theoria tota nitebatur, vix exili *fortasse* fulciverim. Si talem aliquam hypothesin adoptassem, id alicubi patefecissem; At sciebam illas, quas palàm faciebam, Lucis proprietates aliquatenus explicari posse non solum hac, sed pluribus aliis mechanicis hypothesibus; & ideo eas omnes vitare decrevi, & de Luce loquens verbis uti generalibus, eam abstractè considerans, ut nonnihil, quod ex lucidis corporibus quoquoeversum per rectas lineas propagatur, non determinans quid id esset; an confusa dissimilium potestatum mistura, an ens quodcunque. Eadem ratione de Coloribus verba facere decrevi juxta sensuum testimonia; tanquam si, etiam nullâ ad nos habitâ ratione, essent Lucis proprietates. Attamen juxta hypothesin mihi tributam, eos potiùs considerare debuissim tanquam Sensationum modificationes, quas in Mentem excitant varii motus, figuræ, & magnitudines corpusculorum Lucis variis modis mechanicè Sensuum organa percellentium; & sic locutus in eo loco sum, in quo disputo utrùm Lux sit corpus.

At demus me hanc hypothesin proposuisse; sanè non video, cur Objectionum Auctor tantoperè illam destruere laboret: Certè enim majorem habet affinitatem cum ejus hypothesi, quàm ipse animadvertere videatur; siquidem ætheris vibrationes æquè utiles ac necessariæ in utrâque sunt. Nam, supponamus Radios Lucis esse corpuscula quoquoeversum à fulgentibus substantiis ejaculata; hæc, cùm in superficiem, sive refringentem, sive reflecten-

Num. 88. tem impingunt, necessariò debent in æthere vibrationes excitare, prorsus ut Lapides in aquâ, cùm in eâ projiciuntur. Quæ, si supponantur nunc magis nunc minùs profundæ vel crassæ, prout excitantur à Radiis istis corpuscularibus majori minorive magnitudine vel celeritate præditis, quàm utiles sint ad explicandam Reflexionis Refractionisve rationem; Caloris productionem è Solis Radiis; emissionem Lucis è substantiis ardentibus, putrescentibus, aliisque, quarum partes vehementer agitatæ sunt; phænomena pellicularum lamellarum, bullarumque, & omnium naturalium corporum; visionis rationem; Colorum differentiam, eorumque harmoniam & discordiam; quàm, inquam, ad hæc omnia explicanda conducant vibrationes, cogitandum iis relinquo, qui operæ pretium se facturos putabunt, si ex hac hypothese phænomenorum rationem reddiderint.

IV.

De Auctoris hypothese, deque aptitudine, quam hæc & omnes aliæ mechanicæ hypotheses habent ad se mee Doctrinæ accommodandas.

Secundò affirmavi, quòd præcipua pars hypothesis ab Auctore propugnata, contra me non facit. Hæc præcipua hypothesis est; quòd corporum partes, vehementer & celeriter agitatæ, in æthere vibrationes cient, quæ ex his corporibus quoquoersum per rectas lineas propagantur, & Lucis sensationem concitant in Oculum ferientes & impellentes, ferè ut vibrationes in aëre commotæ excitant soni sensationem feriendo auditûs organum. Nunc maximè naturalis & genuina hujus hypothesis traductio ad explicanda phænomena esse videtur in hunc modum; quòd, nimirum, agitatæ corporum partes, pro variis, quibus præditæ sunt, magnitudinibus, figuris, & celeritatibus, æther commovent vibrationibus diversarum profunditatum aut magnitudinum, quæ promiscuè per medium ad Oculos nostros usque propagatæ; nos albæ Lucis sensatione afficiunt; si autem aliquo pacto vibrationes inæquales

dis-

disgregentur, ampliores quidem, Coloris rubri; minores sive breviores, violacei saturi; & quæ inter has mediæ sunt, intermediorum Colorum sensationem excitant; ferè prorsus ut corpora pro diversis magnitudinibus, figuris, & motibus aerem vibrationibus diversarum magnitudinum concutiunt, è quibus graviores aut acutiores sonitus toni, pro harum magnitudinum ratione exoriuntur. Quòd ampliores vibrationes magis aptæ sunt ad superandam refringentium superficierum resistantiam, & ideo, dum per eas transmeant, minores patiuntur Refractiones; quapropter vibrationes magnitudine diversæ, id est, Radii diversimodè colorati, qui in Luce misti sunt & confusi, ab invicem Refractione separari debent, & ortum dare phænomenis, quæ in Prismatibus atque aliis refringentibus corporibus perspiciuntur. Et quòd à diversis lamellarum translucentium bullarumve profunditatibus, pendet, utrùm vibrationes à remotiori superficie reflectantur, sive transmittantur; ita ut pro numero vibrationum, quæ inter duas superficies fiunt, reflectantur, sive transmittantur ad plures ordine profunditates. Et, quoniam vibrationes, quæ cæruleum & violaceum Colorem efficiunt, suppositæ fuerunt breviores illis, quæ rubeum & flavum progignunt, ad minorem lamellæ crassitiem reflecti debent: quod sufficit ad explicanda omnia vulgaria phænomena harum laminarum, bullarumve, & omnium naturalium corporum, quorum partes pro totidem laminarum fragmentis haberi quodammodo possunt.

Atque hæ perquam planæ, genuinæ, & necessariæ leges hypothesis videntur. Et adeò benè meæ Theoriæ aptantur & cum eâ consentiunt, ut, si animadversionum Auctor applicationem facere putat operæ pretium, verendum ei non sit, ne suam hypothesis ideo relinquere cogatur. Quomodo autem eam ab aliis difficultatibus defensurus sit, sanè nescio; mihi quidem absurda videtur hypothesis, quâ, veluti fundamento, cetera nituntur; quòd, scilicet, undæ sive vibrationes cujuscunque fluidi possint, ut Lucis Radii, per lineas rectas propagari absque eo quòd sine intermissione, & certâ regulâ sese extendant & vim exerçant quoquoeversum in quiescens medium, à quo circumcluduntur; aut contrarium vel experientiâ vel demonstratione potest ostendi,

Num. 88. aut ego fallor. Quòd verò attinet ad ceteras duas vel tres hypothesas, de quibus meminit, fatius duco illas credere similibus incommodis obnoxias, quàm suspicari deteriore ab Auctore adoptatam fuisse.

Quæ de hac hypothefi dixi, facilè ad quamcunque aliam mechanicam accommodare licet, in quâ Lux progigni supponatur ex pressione aut motu quolibet, qui in æthere ab agitatæ lucidorum corporum partibus excitatur; nam, fieri non posse videtur, ut aliqua ex hisce motionibus pressionibûsve per rectas lineas propagetur, & medium umbrosum illas hinc inde circumcludens quoquoersum, ut dixi, non propellatur. Siquis tamen hoc accidere posse arbitratur, saltem fateri debet, quòd motus isti vel conatus ad motum in æthere producti à diversis cujusvis lucidi corporis partibus, quæ magnitudine, figurâ, & agitatione differunt, debent esse inæquales: Hoc autem sufficit, ut Lux, juxta quamlibet ex hisce hypothefibus, denominetur *Aggregatum ex Radiis dissimilibus*. Et, si primigeniæ istæ inæqualitates efficere possunt ut Radii Colore & Refrangibilitate differant, non video cur ii, qui alicui ex his hypothefibus adhærent, quærant alias horum effectuum causas, nisi, (ut Auctoris utar argumento,) *velint Entia sine necessitate multiplicare*.

V.

De iis, quæ observationum Auctor concedit, & ad suam hypothefin coarctat.

Consideranda *tertio loco* venit lex, quam animadversionum Auctor concessionibus suis apponit; quòd nempe explicanda mihi est Theoria mea per hypothefin suam; si enim illi in re istâ morem gerere vellem, vix, ac ne vix quidem dissentiremus. Siquidem dat, quòd Radii, nullâ habitâ diversarum Incidentiarum ratione, diversas patiuntur Refractiones; sed hoc explicari vult, non per diversas diversorum Radiorum Refrangibilitates, sed per æthereorum pulsum divisionem rarefactionemque. Dat tertiam, quar-

quartam, & sextam ex meis Propositionibus; quarum sententia ^{NEWTONI} est; quòd simplices Colores omnis mutationis omninò sunt expertes, compositi verò mutari possunt, sed solùm eos resolvendo in Colores, è quibus compositi sunt; & quòd mutationes omnes, quæ Coloribus induci possunt, tantùm oriuntur à diversis eorum <sup>Ref-
ponso ad
Objectio-
nes ali-
quas.</sup> misturis & separationibus. Sed hæc dat eâ lege, ut Colores explicem per duo unius pulsûs divisi latera, & sic illos ad duo omnino genera redigam, cunctis aliis Coloribus habitis pro variis horum duorum gradibus & misturis. Dat insuper, quòd Albedo conficitur ex omnibus Coloribus coalescentibus; sed tunc fateri debeo id non solùm effici horum Colorum mixture, sed etiam unione partium Radii, qui nuper divisus supponebatur.

Si ad istarum explicationum discussionem procedere vellem, arbitror, quòd non difficulter monstrare possem, non tantùm eas non sufficere, sed aliquatenus, quod saltem ad me spectat, intelligi non posse. Etenim, quamvis facillè intelligam, quomodo motio dilatari & extendi possit, aut quomodo motiones parallelæ fieri possint divergentes; attamen intelligere nequeo, quo artificio motio linearis à refringente superficie valeat in infinitum dilatari & rarefieri, ita ut in superficiei degeneret: Et, hoc supposito, non magis intelligo, quomodo tantùm dividatur in tam exiguum angulum, neque potius extendatur & dispergatur per totum Refractionis angulum. Præterea, quamvis mihi facillè liceat intelligere quo pacto dissimiles motiones sese mutuò decussare & interferere possint; tamen benè intelligere non valeo, quomodo in unam eandemque uniformem motionem coalescere possint, ac deinde rursus separari, & pristinam dissimilitudinem recuperare; Veruntamen conjicio quibus rationibus observationum Auctor hæc explanare sit tentaturus. Item, quòd directus, uniformis, & non perturbatus pulsus Refractione dividi & perturbari possit; sed obliquus & perturbatus persistat, & sequentibus Refractionibus non dividatur, neque magis ac magis perturbetur, mihi quidem intelligere non magis licet, quàm cetera; nec Colorum numerus magnâ difficultate caret, ut infra videbimus.

VI.

*Quod nullâ hypothesi limitare aut explanare meam doctrinam
neceſſe eſt.*

Sed, quæcunque demum ſint hujus hypotheſis commoda vel incommoda, mihi, ſpero, ab iis perpendendis abſtinere licebit, quòd meam doctrinam nullâ explicatione mutuata à quacunque hypotheſi indigere opinor. Etenim, ſi Lux abſtractè, & nullâ cujuſlibet hypotheſis ratione habitâ, conſideretur, facilè poſſum intelligere, quòd diverſæ corporis lucidi partes emittunt Radios diverſis Coloribus, aut aliis qualitatibus præditos Lucem conſtituentes, ut diverſæ partes chordæ falſæ ſive inæqualis, aut aqua inæqualiter agitata in rivo ſive cataractâ, aut diverſi tubi, quibus Organum pneumaticum conſtat, uno eodémque tempore inflati, aut omnia, quotquot ſunt, ſonantia corpora ſimul edunt ſonos diverſorum tonorum, qui promiſcuè & confuſè per aerem propagantur. Et, ut, ſi aſſent naturalia corpora valentia reflectere ſonos certi cujuſvis toni, & ceteros reſtinguere vel transmittere, tunc Echo confuſam omnium Tonorum congeriem in certum illum Tonum converteret, cui reflectendo corpus reſonans idoneum eſt; ſic, (quoniam, concedente ipſo animadverſionum Auctore, dantur corpora apta ad reflectendos Radios certi cujuſdam Coloris, & ceteros aut reſtinguendos aut transmittendos,) poſſum facilè intelligere, quòd hæc corpora, ſi omnibus Coloribus permixtis irradiantur, illo ſolo, quem reflectent, Colore imbuta apparebunt.

Objectionum autem Auctorem difficultates in hæc innuentem, dum, nescio quid, dicit de fidium antequàm percutiantur, aut aeris ſonitu in Organorum pneumaticorum follibus, antequàm ad Tubos perveniat, non magis intelligo, (fatendum enim eſt,) quàm ſiquis loqueretur de Luce in lignis antequàm ſuper focum reponerentur, aut in oleo, quod Lucerna continet, antequàm, ad flammam alendam, in ellychnium aſcenderet.

VII.

VII.

Difficultates, quæ in observationum Auctoris differtatione occurrunt, ab hypothefibus abſtrahuntur, & generalius ponderantur.

Vides igitur quàm alienum ab incepto ſit de hypothefibus diſputare. Quapropter, denique, ex animadverſionum Auctoris differtatione difficultates excerptam, & eas, nullâ hypothefium habitâ ratione, in genere conſiderabo. Illæ autem ad hæſce tres Quæſtiones omnino redigi poſſunt.

Primò. *Utrum inæquales Refractiones, quæ accidunt, quæcunque demum ſit Incidentiarum inæqualitas, oriantur à diverſâ diverſorum Radiorum Refrangibilitate; vel à diſviſione, extenſione, aut ſeparatione ejuſdem Radii in divergentes partes?*

Secundò. *Utrum omnino ſint duo (v'orum genera, vel plura?*

Tertiò. *Utrum Albedo ſit omnium Colorum permixtio?*

VIII.

Quòd Radii non dividuntur neque aliter dilatantur,

Harum Quæſtionum primam ſuperiùs experienciâ definitam invenire poteſ; quæ eò ſpectat, ut demonſtretur longitudinem imaginis coloratæ non oriri neque ex vitri inæqualitate, neque ex aliâ pravitare fortuitò Refractiones deformante. Quarum pravitarum fortuitarum, nullam novi, quæ faciliùs in mentem veniat, quàm fortuita Lucis diſviſio aut extenſio illi ſimilis, quam CARTESIUS deſcribit in ſuo libro de *Æthereis Refractionibus Cometæ* caudam explicaturus, aut quam nunc animadverſionum Auctori produci ſupponit à diſviſione vel rarefactione pulſuum ſuorum æthereorum. Quò harum pravitarum ſuſpicionibus obviam irem, dixi, quòd ad contrarias partes duobus Priſmatibus, quorum unum poſt aliud poſitum erat, Lucem refreram, eo conſilio, ut ſecundum Priſma deſtrueret quidquid primum juxta Naturæ leges effecerat, & palàm faceret quidnam fortuitò accideret, repetitis

Iſ. Newtoni Opuscula. Tom. II.

X x

nem-

Num. 22. nempe Refractionibus hæc adventitia augmentibus. Nunc, si, inter cetera, primum Prisma disjunxisset ac discidisset quemque Radium in indefinitum divergentium partium numerum, secundum Prisma pariter singulas hæc partes in totidem indefinitos numeros iterum distraxisset & discerpisset, quâ re Imago magis adhuc fuisset dilatata, contra eventum. Id autem accidere debuisset, quia hæ lineares divergentes partes aliæ ab aliis, quod ad Refractionem attinet, non pendent, sed earum quælibet est æquè verus & perfectus Radius, ac totus ille antequam in vitrum incideret, ut perspicies, si singulos seorsum intercipias.

Quàm rationi consona sint hæc, meliùs fortasse tibi apparebit, postquam, præter jam relata, singulatim enarravero, quòd aliquoties secundum Prisma primo transversum collocavi, sic periculum facturus, utrùm oblonga Imago redderetur quadrata ob Refractiones quæ eunt transversæ iis, quæ Imaginem rotundam in oblongam produserant. Nam, si, inter alias fortuitas pravitates, primi Prismatis Refractio Radium linearem dividens illum in superficiei distraxisset; Refractiones secundi Prismatis ad prioris oppositas partes factæ, debuissent, iterum dividendo, hunc superficiei Radium in solidum pyramidalem dilatare & diducere. Sed aliter, se rem habere, factò periculo, comperi; Imago siquidem æquè accuratè oblonga erat ac ante, sed ad ambo Prismata angulo quadraginta quinque graduum inclinabatur.

Etiam tentavi, quid efficeretur Prismate alios situs obtinente, ejus extremitates in orbem agens circa meditullium; & nunquam aliquid præter solitum observavi. Imago semper ad utrumque Prisma erat similiter inclinata; & ejus latitudo Solis diametro respondebat, longitudo autem modò major, modò minor, prout Refractiones magis sese mutuò adjuvabant, vel destruebant.

His observationibus liquet, quòd, quoniam Imaginis latitudo non augebatur ab oppositis secundi Prismatis Refractionibus, Refractio confecta fuerat sine Raddii divisione aut dilatatione; & ideo fatendum est, quòd saltem Lux, quæ in hoc Prisma inciderat, erat congeries quædam Radiorum *inequaliter refrangibilium* eo sensu, quo ego verba hæc accipio. Et, quoniam Imago erat ad
ambo

ambo Prismata æqualiter inclinata, & idcirco similes utriusque Refractiones, hinc conficitur, quòd ex fiebant juxta eandem constantem Legem, siue ullâ fortuitâ pravitate.

NEWTONI
Ref-
ponso ad
Objectio-
ne aliquas.

IX.

Quòd Colores primigenii sunt plures, quàm duo.

Ut *secunda* Quæstio solvatur, Auctor animadversionum affert periculum institutum duabus pixidibus cuneatis, de quo mentionem facit acutus HOOKIUS in *Micographiâ* suâ *Observ.* 10. pag. 73. Volebat autem hoc pacto Colores omnes extundere è duobus simul permistis. Sed duplici vitio exemplum hoc laborare videtur. Non enim constat, quòd in hoc tentamine Colores omnes ex duobus prolati sint; neque, si id constaret, hinc conficeretur quòd concludere volebat Auctor.

Non omnes Colores à duobus hoc experimento progigni, vel hinc liquet, quòd tinctura Aloes, quæ horum Colorum unum præbebat, ubique non erat similiter Colorata, sed ad vasculi aciem flava apparebat, & rubea in locis aliis, in quibus altior erat, atque suppeditabat diversos omnes Colores, quotquot sunt à flavo diluto ad rubeum saturum aut coccineum usque, pro variis liquoris crassitudinibus. Eodem pacto solutio Cupri, quæ alterum Colorem præstabat, diversis cæruleis & indicis infecta erat. Ita ut non duo Colores, sed quamplures ad aliorum generationem adhibiti fuerint. Sic, exempli gratiâ, ad effingenda omnia viridum genera diversi Flavedinis gradus cum cæruleo diluto miscebantur; atque elementa Purpuram componentia erant Colores coccineus atque cæruleus satur.

Jam si Auctor animadversionum contenderet varios illos rubeos flavosque, quibus pictus erat liquor unus, nec non cæruleos indicosque, quibus alter erat illitus, esse non Colores diversos, sed potius unius ejusdemque Coloris gradus; id sanè foret sibi pro concessio illud ipsum assumere, de quo disputatur: Neque difficultas dare possim, quòd Triemitonium, vel Tertia minor, & Di-

X x 2

tonum,

Num. 88. tonum, vel Tertia major; five Hexachordum minus, vel Sexta minor, & Hexachordum majus, vel Sexta major, quarum usus est in Harmonicis frequens, sunt non duo soni diverſi, ſed potiùs gradus unius ejuſdémque ſoni. Sanè multò fatius mihi videtur Senſibus credere, qui monent rubeum & flavum duos eſſe Colores differentes, & philoſophicam Quæſtionem inſtituere, quomodo liquor idém, pto variis craſſitudinibus, apparere valeat modò hujus, modò illius Coloris; quàm eos accipere pro eodem Colore, quia ab eodem liquore miniſtrantur. Quæ ratio ſi ſufficeret, cæruleus & flavus pro eodem Colore forent habendi, ſiquidem ambo in ligni nephritici tincturâ perſpiciuntur. Quòd autem ſint duo Colores, meliùs, meâ quidem ſententiâ evincitur ratiocinio. Etenim Aloes tinctura ita naturâ comparata eſt, ut præ omnibus facillimè tranſmittat Radios rubro Colore inditos, difficillimè verò Radios violaceo præditos, & faciliùs difficiliùſve Radios intermediis Coloribus infectos. Itaque liquor hic, ubi valdè exilis eſt, ſatis virium habere poteſt, ut quamplurimos Radios violaceos intercipiat, quanquam quamplurimos ex diverſimodè coloratis tranſmittat; qui Colores omnes commiſti medium quendam, videlicet flavum languidiorem, debent componere. Sed, ubi adèò craſſus eſt, ut plures cæruleos & virides intercipiat, reliqui virides, flavi, & rubei aureum conflare debent. Quando autem liquoris craſſitudo tanta eſt, ut perpauci Radii illum tranſjicere poſſint, præter rubeos, liquor ipſe Colorem hunc ducere debet, & quidem eò magis ſaturum & obſcurum, quo craſſior eſt liquor. Eadem intelligenda ſunt de pluribus cærulei gradibus, quos exhibet cupri ſolutio, quæ ſcilicet apta eſt ad facillimè intercipiendos Radios rubeos, & tranſmittendos Radios cæruleo ſaturo, vel indico Colore imbutos.

Sed, ponamus, quòd omnes Colores, ſecundùm hoc experimentum, ex horum duorum permiſtione producere liceat; non tamen hinc conficitur duos iſtos tantùm eſſe primigenios Colores; idque duplicem ob rationem; Prima eſt, quòd hi duo non ſunt Colores primigenii, ſed ex aliis compoſiti; nullus etenim eſt in rerum naturâ liquor, corpus nullum, cujus Color diurnæ Luci expo-

expositus omninò simplex sit. Secunda verò est, quòd quamvis hi duo essent primigenii, & quamvis reliqui omnes ex hisce duobus componi possent, non ideò sequeretur, quòd obtineri alio pacto nequirent. Jam enim dixi Colores duas habere origines; cùm Color, qui, sensu judice, unus idémque videtur, sit aliquando simplex, aliquando compositus; & satis perspicuè docui in *Propositionibus tertiâ & quartâ*, atque in *Conclusione*, quænam essent proprietates, quibus hæc duo Colorum genera, aliud ab alio, discernere liceret. Sed, quia nonnulla me ad credendum inducunt, quòd non benè intellecta sit hæc distinctio, illam iterum explicabo, & exemplis planiorem faciam.

NEWTONI
Respon-
sio ad
Objectio-
nes ali-
quas.

Colores illi primigenii sunt, qui nullo artificio mutari possunt, & quorum Radii omnes similiter refrangibiles sunt: Compositi autem Colores sunt illi, qui in alios converti possunt, & quorum Radii non sunt omnes similiter refrangibiles. Exempli gratiâ, ut dignoscas utrùm Color, quo viride quoddam objectum imbutum est, sit compositus, necne; objectum illud transpice per Prisma, & si confusum vides, ejúsque extremitates cæruleo, flavo, aliisve differentibus Coloribus pictas, viridis ille Color compositus est ex Coloribus, qui circa extremitates emergunt. Sed si vides distinctum, probè terminatum, & extremitatibus omnino viridibus circumclusum, nullo alio emergente Colore; viridis ille Color simplex est & primigenius. Eodem pacto, si refractus Lucis Radius in parietem album incidens viridem Colorem exhibet, nosces utrùm Color sit compositus, si Radium interposito Prismate refringas; nam, siquam percipis dissimilem Refractionum rationem, & si viridis Color migrat in cæruleum, flavum, aut quosvis alios, hinc licet colligere illum compositum esse ex his, qui sic apparent. Si verò Refractiones omnes uniformes sunt, & si viridis Color nullam prorsus patitur mutationem, primigenius est atque simplex. Primigenium autem simplicémque ejusmodi Colorem viridem appello, quia talis Color hisce proprietatibus præditus nullâ aliorum Colorum admistione produci potest.

Nunc, si duo viridia objecta Oculo nudo inspecta ejusdem Coloris videri possunt; quanquam alterum visum per Prisma ap-



Num 88. pareat confusum aliisque Coloribus variegatum circa extremitates, alterum verò distinctum & omnino viride: & si dari possunt duo Lucis Radii, qui, album parietem incidentes, nudum Oculum eodem Colore percellunt; quorum tamen alterum transmissum per Prisma similiter eademque ratione refringatur, atque pristinum Colorem ipsissimum retineat, alterum verò dissimiles patiatur Refractiones & in plures alios Colores divaricet: dabitur, opinor, duos hosce virides Colores differentem habere tum originem tum structuram. Et si, Colores miscendo, nunquam componere licet viridem iis proprietatibus præditum, quibus gaudet immutabilis ille viridis, hunc, puto, appellare fas est Colorem simplicem, præsertim cum ejus Radii similiter refrangibiles & omnino uniformes sint.

Eadem via ineunda est cum perpenditur utrum rubeus, aureus, flavus, cæruleus, & quivis alius Color compositus sit, necne. Atque, ut obiter dicam, quoniam omnia, quæ alba cernuntur, visa per Prisma, confusa & coloratis finibus circumscripta conspiciuntur, patet, quòd Color albus, juxta distinctionem quam statuimus, compositus semper est, ut & complures alii Colores, quia valde confusi sunt, & Refractionibus mutabiles.

Hæc ansam præbent tibi enarrandi quâ ratione perfici valeant Microscopia per Refractionem; si nimirum id, quòd observandum venit, in obscurato cubiculo positum, irradietur Luce prædita idoneo aliquo Colore non admodum composito; hoc enim pacto Microscopium sine confusione majores Lentium diametros & latiores hiatus admittet, præcipuè si constructa sint eâ ratione, quam mox tradam; nam vulgaria hinc non multum æmolumenti caperent.

X.

Quid albus Color ex omnibus aliis mistis constet.

Supereff nunc, ut tertiam Quæstionem ponderemus, utrum scilicet Color albus sit homogeneus, an heterogeneus, & ex aliis
omnibus

omnibus compositus? Experimentum, quod ad eam persolvendam attuleram, animadversionum Auctor putat aliter explicari posse, & idcirco nihil probare. Sed sibi ipse facile satisfacere potuisset tentando quidnam ab omnium Colorum mixturâ conficere-
NEWTONI
 Responsio
 ad Ani-
 madvers.
 quasdam.
 tur. Quinimo experimentum ipsum à me relatum ei satisfacisset, si pluribus modis illud excussisset. De uno ego loquutus fueram, cujus rationem nullam ab eo habitam video, quòd nempe si quis Color prope Lentem intercipiatur, albus in alios degenerabit: si Colores omnes, præter rubeum, intercipientur, unicus ille rubeus in puncto, ubi Radii concurrunt aut se decussant, album non constituet, sed æquè rubeus, ac ante permanebit; atque idem dicendum est de ceteris Coloribus. Itaque ostendendum est, non solum quomodo Radii, qui, antequam coirent, exhibebant Colores, ubi concurrunt, album suppeditent; sed etiam, quomodo, in eodem loco, in quo singula Radiorum genera seorsum singulos Colores subministrabant, omnes simul confusi album efficiant. Exempli causâ, si Color rubeus solus primùm in papyrum transmittatur ad concursus locum, atque deinde alii Colores super rubeum hunc injiciantur, quærendum erit utrùm hi Colores rubeum in album convertant ideo tantùm, quòd cum eo miscentur, eo pacto, quo cærulea Lux super flavam cadens ponitur viridem componere? Vel, utrùm major quædam mutatio fiat in Coloribus, dum in se mutuò agunt, donec, ut contrariæ *Peripateticorum qualitates*, similes evadant? Quisquis hoc ultimum per leges mechanicas explicare volet, duas absurditates superandas offendet. Etenim primò debet ostendere, quomodo plures dissimiles motiones collisione ita in se invicem agant, ita mutuò se mutant, ut in unam eandemque uniformem coalescant; secundò, quo pacto uniformis motio valeat, nullâ inæquali impressione superveniente, semet ipsa separare in quamplurimas motiones certâ ratione inæquales. Et præterea me docere debet, quomodo omnia, quæ Oculis percipiuntur, eundem Colorem non ducant; idest, quomodo Colores in aere, ubi Radii à corporibus quoquoersum emissi perturbatè miscentur, similes non evadunt antequam ad Spectatoris Oculum perveniant.

Quòd

Num. 82.

Quòd si restaret aliquis dubitandi locus, satius esset quæstionis solutionem permittere experimento aliis rationibus tentato, quàm assentiri explicationibus ab hypothese ductis, & quæ, ut maximè, veræ esse possunt. Exempli gratiâ tentetur quam speciem induant hi Colores, dum se quamcitißimè consequuntur. Quod faciliè perficere licet, si nempe celeriter convertatur rota pluribus radiis sive dentibus circa perimetrum instructa, quorum interstitia & crassitudines sint æquales, latitudines autem tantæ, ut, rotâ inter Prisma & album Colorum concursum positâ, Colorum dimidium à radiis vel dentibus intercipiatur, dimidium per interstitia transeat. Rotâ sic dispositâ, eam principiò lentè convertes, ut videas Colores omnes unum post alium cadere in eandem partem papyri collocatæ ad eorum concursum; deinde rotæ motum accelera donec Colores se tam citò consequantur, ut singulos seorsum videre nequeas; & Color hinc exsurgens erit albus omnino similis illi, quem exhibet non refractus Lucis Radius, quando eadem ratione per vices interrumpitur radiis vel dentibus rotæ circumvolutæ. Quòd autem Color ille albus originem ducat ex Colorum sibi succedentium misturâ, & nullo pacto ad similitudinem redactorum, certo certius est; nisi fortè quæ eodem tempore non existunt, tamen possunt mutuò in se agere.

Adsunt etiam aliæ veritatis detegendæ & in aperto ponendæ rationes; puta, respiciendo albam Colorum coalitionem per alterum Prisma Oculis quampropiùs admotum, eorúmque originem perpendo; quod fiet, si quis aliquem Colorem intercipiat prope Lentem antequam ad album perveniat; tunc enim Color interceptus desiderabitur inter eos, quos secundum Prisma Albedini superinduxerat. Jam, si Radii, qui defunt, sunt illi ipsi, qui intercipiuntur, fatendum est Radios à secundo Prismate non imbui novis Coloribus, quos videlicet non haberent antequam in papyro coirent. Et hoc satis argumenti est, quòd Radii differentibus Coloribus præditi manent distincti in Albedine, & quòd à præviis eorum affectionibus oriuntur Colores Prismatis secundi. Atque, obiter, quæ de Radiorum Coloribus dicta sunt ad eorum Refrangibilitatem accomodari debent.

Hic

Hic etiam usurpari potest Rota, de quâ supra mentio facta est; nam, si ea neque nimium lentè neque nimium velociter circumagatur, licebit per Prisma videre Colores alios aliis succedentes, dum alius Spectator nudo Oculo album perspiciet.

NEWTONI
Responso ad
Animadversiones
quasdam.

De hoc experimento nonnulla quidem dicenda supersunt. Sed hæc sufficiunt, opinor, ad illud confirmandum, & controversiam dirimendam. Quidquid sit, pergam indicare alias rationes procreandi Coloris albi per mitiones; nam persuasum habeo hanc, præ ceteris assertionibus, paradoxam videri, & omnium difficillimam quæ recipiatur. Et quoniam animadversionum Scriptor sibi poscit exemplum aliquod è corporibus diversimodè coloratis petitur, hinc initium faciam. Sed circa negotium istud venit animadvertendum, quòd ejuscemodi colorata corpora non totam Lucem, in ea cadentem, sed aliquam tantum reflectunt, ut constat ex decimâ tertiâ *Propositione*. * Quâ de causâ Lux, quæ ab hac congerie reflectitur, languidior esse debet, utpote quæ pluribus Radiis destituta fuerit. Idcirco vivida Albedo speranda non est, sed potius Color quidam inter Lucis & Umbræ Colores medius, aut leucophæus squalidusve Color, qualem albo & nigro simul mistis licet conficere.

Quòd autem ejuscemodi Color hinc sit oriturus, colligi potest vel ex pulvere illo, qui in omnibus Domuum angulis adest, & qui constat ex multis coloratis particulis, ut jam observatum fuit. Potest etiam squalidus iste Color obtineri miscendo plura pigmenta, qualibus Pictores utuntur. Idem pariter conficietur Turbinem (quo Pueri ludunt) diversis Coloribus pingendo; qui, si verberare circumagatur, squalentis hujus Coloris videbitur.

Horum autem Colorum compositio proposito meo inservit, nam, non Coloris genere, sed tantum nitoris gradu ab Albedine discrepant: quòd sic (si animadversionum Auctor negat) evincam. Solaris Lucis Radius in obscuratum cubiculum admittatur, ac Lux ista à corpore quomodocunque colorato reflexa papyrum irradiet: papyrus illa semper referet Colorem, quo imbutum est corpus Lucem reflectens, quâ irradiatur. Si rubeum est corpus hoc,

Is. Newtoni Opuscula. Tom II.

Y y pa-

* Pag. 291. hujus.

Num. 88. papyrus rubescet; virescet, si viride; atque ita porro. Cujus rei ratio est, quod fibræ, seu fili, quibus papyrus concrescit, pellucetes sunt omnes & ad speculi naturam accedunt; ejusmodi verò corpora Colores nullo pacto mutatos reflectere norunt omnes. Ut igitur dispicias ad quodnam Colorum genus referendus sit leucophæus, in Luce istâ colloca corpus aliquod Colore hoc tinctum, (puta, pigmentorum misturam,) albamque videbis papyrus, quam Lux à corpore illo reflexa illuminat. Quod etiam accidet, si papyrus irradies Luce, quam nigra corpora reflectunt.

Sunt igitur omnes hi Colores unius ejusdemque generis; verumtamen non solo nitoris gradu videntur differre, sed etiam quibusdam aliis inæqualitatibus, quibus magis Oculis molesti aut jucundi fiunt. Discrimen autem in eo situm videtur, quod leucophæi, & fortasse nigri, Colores conficiuntur ab inæquali Lucis defectu, prodeunte tanquam à pluribus venulis aut rivulis, qui discrepant sive Luminis quantitate, sive inæquali Radiorum diversimodè coloratorum distributione; quales debent accidere, cum Lux reflectitur ab albi & nigri vel corpusculorum diversis Coloribus insectorum permissione. Sed, postquam Lux hæc malè permixta, perfectiùs mista est dum iterum à papyro reflectitur, sit jucundior, atque languentem vel tenebrosam Albedinem subministrat. Quòd verò discrimina hæc oriri possint ex tantillis vitis, improbable non videbitur reputanti quantas in ejusdem toni sonis varietates inducant inæquales & certâ regulâ carentes dissonantiæ. Præterea, hæc discrimina sunt adeò exigua, ut aliquoties utrùm omnino essent dubitaverim, cum animadverterem, quòd duo corpora, alterum album, alterum nigrum juxta posita, sed hoc sub magnâ Luce, illud sub perexiguâ, ita ut corpora ipsa æqualiter luminosa viderentur, difficile discerni poterant, si è longinquo spectarentur, nisi quòd nigrum magis ad cæruleum vergere videbatur, album verò, positum in Luce adhuc debiliori, nigrum apparebat.

Hæc

Hæc me, duxerunt ad aliam rationem componendæ Albedinis, quæ est hujusmodi; quatuor aut quinque corpora Coloribus magis splendentibus imbuta, aut papyrus tota Coloribus his aptè dispensatis distincta & variegata, locetur sub Lucis Radio; & Lux, quæ ab hisce Coloribus ad aliam papyrum, commodo intervallo distitam, reflectitur, eam albere faciet. Papyrus ad Colores propius accedat, & singulæ ejus partes singulos illos Colores repræsentabunt, à quibus propius absunt; removeatur, ut omnes ejus partes æqualiter omnes Colores recipiant, atque ii magis ac magis diluentur, donec papyrus perfectam Albedinem induat. Animadvertendum insuper venit, quòd siqui Colores intercipientur, papyrus jam non alba apparebit, sed picta aliis Coloribus non interceptis. Nunc, nullam video rationem dubitandi utrùm Albedo, sit, necne, permistio Radiorum diversimodè coloratorum & confusè super papyrum cadentium; etenim, si Lux evaderet tota sibi similis & uniformis antequam confusè in papyrum caderet, multò magis talis fieri deberet, cum ad Spectatoris Oculos post majus intervallum devenit; atque ideo Radii à diversis Coloribus promanantes inter se qualitate non differre deberent, sed omnes respicientis Oculum uno eodémque Colore ferire, contra experientiam.

Non dissimile exemplum illud est, quòd, si polita Metalli lamina ita disponitur, ut in eâ Colores tanquam in Speculo percipiantur, atque ea deinde aspera reddatur, ut Colores isti confusâ Reflexionè misceantur, ipsi evanescent, & dum miscentur, Metallum album ostendent.

Sed hoc experimentum adhuc confirmemus. Si, non papyrus, sed alba spuma exiguis bullis constans illuminetur Radio à supradictis Coloribus reflexo, eam nudus Oculus albam videbit, qui tamen eximio Microscopio munitus diversos Colores distinctos in bullis perspiciet, tanquam si à pluribus sphæricis superficiebus reflecterentur. Ego quidem quampropius stans Oculo nudo singulas bullas diversis Coloribus variegatas vidi; & tamen, cum ita à spumâ recessissem ut unamquamque bullam seorsum videre nequirem, spumam prorsus albam sum intuitus. Quinimo

Num. 28. in eodem loco stans, si attentius bullas inspiciebam, in iis Colores optimè videbam, si verò Oculos subeludebam (veluti si quid longè distitum contuerer) quò res confusas viderem, spumam Coloribus omnibus destitutam, & tantum albam conspiciebam. Quæ hic dixi de spumâ, facile possunt intelligi de papyro & Metallo, in superioribus experimentis. Harum enim rerum partes à Speculorum naturâ non admodum discrepant; & fortasse ope optimi Microscopii, Colores promiscuè ab his reflexos non minùs intueri liceret.

Varia colorata corpora in eâ ratione miscere, ut hi effectus excudantur, potest esse negotium subtilioris operæ consiliique; & satius erit adhibere Colores Prismate detectos & in parietem projectos, qui nempe reflexi Papyrus, Metallum, Spumam, atque alia alba corpora irradiant. Ego quidem plerumque hoc pacto experimenta inivi, quia meliùs excludere poteram Lucem omnem dispersam, quæ, sese Coloribus immiscens, eos dilataret.

Ad hanc Albedinis componendæ rationem potest etiam alia referri; cum scilicet miscetur Lux postquam transmeavit pellucida colorata corpora: Exempli gratiâ, si Lux nulla in Cubiculum admittatur præter eam, quæ transit per coloratum vitrum, cujus singulæ partes singulis Coloribus distinctæ sint in ratione prorsus æquali, tunc omnia, quæ alba sunt in Cubiculo, videbuntur alba, dummodo vitro nimum propinqua non sint. At tamen, Lux, quâ illuminantur, uniformis esse nullo pacto potest; etenim, si Radii, qui Cubiculum ingredientiæ diversis erant Coloribus imbuti, quamcumque, dum in Cubiculum progrediuntur, mutationem paterentur, quâ ad unam eandemque formam revocarentur, vitrum eosdem adamussim reddere Colores non posset, cum è remotiori Cubiculi parte spectatur, quos exhibet cum propius est Spectatoris Oculo: neque Radii in aliud obscurum Cubiculum immissi per oppositum Ostium aut medianum parietem terebratum in papyrus speciem vel imaginem vitri suis Coloribus picti projicerent.

Atque

Atque, ut obiter dicam, hoc videtur exemplum vehementer **NEWTONI** Ref-
urgens, & valdè faciens pro nonnullis aliis Theoriæ meæ parti-
bus, & præcipuè pro decimâ tertiâ Propositione. Nam in Cu-
biculo illo corpora naturalia quæcunque propriis omnia Colori-
bus distincta apparent. Atque in eo Colorum phænomena, quæ-
cunque sunt in rerum Naturâ, sive per Refractionem sive absque
Refractione perficiantur, eadem sunt quæ sub dio. Cùm autem
Lux in hoc Cubiculo sit permixtio constans ex partibus dissimili-
bus, qualem descripsi in meâ Theoriâ, omnium horum phæno-
menorum causæ eæ ipsæ debent esse, quas assignavi. Et nullam
video rationem, quâ ducar ad suspicandum ne eadem phænome-
na ex aliis sub dio causis exoriantur.

NI Ref-
ponso ad
Animad-
versiones
quasdam.

Hujus tentaminis exitum facile colligere licet ex facie, quam
res habent in Templo vel Sacello, cujus fenestræ sunt ex vitro
colorato; aut in aëre aperto, cùm Lucem recipit per nubes di-
versis Coloribus imbutas.

Sunt adhuc aliæ rationes, quibus Albedinem excudî; ut pro-
jiciendo diversos duorum aut plurium Prismatum Colores in unum
eundemque locum; refringendo Lucis Radium duobus vel tri-
bus Prismatibus quorum unus excipiebat Lucem ab altero jam re-
fractam, ut Colores divergentes iterum convergerent; aliquem
Colorem reflectendo alium versus, & per Prisma inspicendo su-
perficiem pluribus Coloribus pictam; atque etiam, (quod æqui-
pollet jam memoratæ miscendorum Colorum rationi concavis vas-
culis coloratorum Liqueorum plenis,) animadverti umbras vitreæ
fenestræ pictæ albas evadere, ubi illæ, quæ, à pluribus coloribus
profluebant, sese ad magnum intervallum decussabant. Attamen
Animadverfor potest, ut scrupulum omnem removeat, tentare,
si libet, quid conficiatur quatuor aut quinque concavis vasculis li-
quorum pluribus diversis Coloribus tinctorum repletis.

Præter hæc omnia, Colores, quos exhibent aqueæ bullæ,
aliæque tenues pellucidæ substantiæ, complura sufficiunt Exem-
pla Albedinis eorum mixturâ procreatæ; è quibus unum huic ar-
gumento finem imponet. Aqua, in quâ commodâ saponis quan-
titas dissoluta sit, commoveatur donec in spumam concre scat;

- Num. 88. Deinde spuma omnino quiescere permittatur neque ampliùs moveatur, quousque perspicias quòd bullæ, quibus constat, incipiunt se disrumpere; tunc singularum bullarum vertices magnâ Colorum varietate distincti apparebunt, si tamen spumam valde prope dispicias; si verò eam intuearis à tanto intervallo ut Colores ab invicem distinguere nequeas, spuma perfectè alba videbitur.

XL

Quòd experimentum Crucis tale est.

Haftenus de consilio & summa animadversionum Observatoris. Superfunt tamen aliqua, de quibus mihi loquendum est antequam manum è Tabulâ tollam; ut de *Experimento Crucis*, quod negat. Illud tanquam totius orationis meæ fundamentum habueram; Contra illud idcirco converti debebat tota objectorum vis. Sed mihi persuadere non possum quòd non satis probet quia simpliciter & nullâ additâ ratione negatur. Proclivis sum ad opinandum illud malè intellectum fuisse; ceteroquin omnibus quæ de Radium rarefactione & divisione dicta fuerunt, obviam ivisset: Siquidem eò spectabat, ut evinceretur quòd Radia diversis Coloribus præditi, seorsum considerati, Refractiones patiuntur inæquales, quanquam ad eundem angulum incidant; cùm tamen non dividantur, rarefiant, aut quocunque alio pacto dilatentur.

XII.

Nonnulla attentius consideranda.

Animadversionum Auctor primam & secundam ex meis Propositionibus excutiens, reddidit doctrinam meam valde imperfectam atque mutilam, eam omnino explicans per Radium divisionem. Mihi tamen propositum erat ostendere, quòd hæ Refractiones perficiuntur sine istâ suppositâ anomaliâ; de quo experimentum Crucis illum monere debuisset. Atque, ut generaliter loquar, video

video præcipua, quæ innueram; & quibus Propositiones meas stabilire volueram, ejus considerationem fugisse, dum illas per hypothèses explicare laborat: hujus generis sunt immutabilitas gradus Refrangibilitatis, qui ad unumquodque Radiorum genus pertinet; stricta analogia, quæ est inter Refrangibilitatis gradus atque Colores; distinctio, quæ compositos à simplicibus Coloribus dissociat; immutabilitas Colorum simplicium; assertio quòd, si quis ex Coloribus à Prismaticæ prolatis prorsus intercipiatur, Colorem illum superstes Lux nullo pacto reparare potest, quantumvis refringatur aut reflectatur. Quapropter nunc expendatur, peropto, quantæ vis quantique momenti sint hæc ad Theoriam meam corroborandam.

A R T. XVIII.

S U M M A R I U M

Epistolæ nuper scriptæ Lutetiæ Parisiorum ab Ingenioso quodam viro, in quâ continentur animadversiones nonnullæ in NEWTONI doctrinam de COLORIBUS, & in ea quæ conficiunt inæquales Radiorum Refractiones in Telescopiorum vitris.

VIDI quo pacto NEWTONUS Theoriam suam de Coloribus sustinere contendat; mihi quidem videtur capitalem quæstionem, quæ in NEWTONUM, facta fuerit, esse utrùm sint plura quàm duo Colorum genera? Ego quidem opinor quòd hypothesis, quæ mechanicè & ex motus naturâ Colores flavum, viridem, & cæruleum explicaret, ad aliorum omnium rationem reddendam

Trans.
Philos. 21.
Mens. Julii
An. 1673.
Num. 96.
pag. 6086.

Num. 26. reddendam sufficeret, eò quod hi, si tantum magis obscuri & saturi fiant, progignunt, (ut constat ex HOOKII Prismate,) rubeum & viridem obscuros aut saturos; ceteri verò Colores omnes ex hisce quatuor componi possunt. Neque perspicio, cur NEWTONUS duobus Coloribus flavo & cæruleo contentus non sit; quandoquidem inventu multò facilior est hypothesis aliqua à motu pendens quæ explicet hæc duo discrimina, quàm altera quæ tot diversitatum rationem reddat, quot sunt alii Colores. Neque, donec ejuscemodi hypothesein commentus fuerit, dici poterit nobis illum ostendisse quid sit illud, in quo Colorum natura & discrimen sita sunt, sed solum *Accidens* hoc, (sanè magni faciendum,) videlicet *diversam* eorum *Refrangibilitatem*.

Quòd dicitur Albedinem constitui à Coloribus omnibus simul commistis, fieri potest, ut flavus & viridis ad eam præstandam fortasse sufficiant; atque ejus rei periculum facere operæ pretium est; & perfici potest experimento, quod NEWTONUS proponit, si nempe muro Cubiculi obscurati excipiantur Colores, quos Prisma exhibet, & Lux eorum reflexa in papyrum projiciatur. Tunc cavendum est ne Colores, qui extremitates occupant, videlicet rubeus atque purpureus, in parietem impingant, in quem mittendi dumtaxat sunt Colores intermedii, flavus nempe, viridis, & cæruleus, quò dispiciatur an non Lux ex hisce solis promanans æquè papyro Albedinem inducat, ac cum ex omnibus profluebat. Quinimo, lucidior flavi Coloris pars fortassis idem efficere posset; animus est ejus rei periculum instituere cum primum opportunitatem nactus fuero, hæc enim suspicio hoc ipso temporis momento primum in mentem incidit. Interea vides, quòd, si successu hæc experimenta non destituantur, asseri nequit omnes Colores necessario ad hoc requiri ut Albedò componatur, & quòd valde probabile est, alios omnes esse magis vel minus saturos Coloris rubei ex cærulei gradus.

Denique,

Denique, quod attinet ad inæquales Radiorum Refractiones in Telescopiorum vitris, certum est, quòd experientia non consentit cum iis, quæ NEWTONUS affirmat. Vides enim imaginem in Cubiculò exhibitam vitro objectivo duodecim pedum adeò distinctam & benè definitam esse, ut fieri non possit eam exoriri à Radiis aberrantibus quinquagesimâ hiatûs parte. Itaque Refrangibilitatum discrimina, (ut antea me tibi dixisse puto,) non semper fortasse sequuntur eandem proportionem dum Radii nunc multum, nunc parum ad vitri superficiem inclinantur.

ART XIX.



Excerptum ex Epistolâ ab ISAACO NEWTONO ad Editorem datâ Cantabrigiæ A. D. tertium Mensis Aprilis An. 1673; in quâ agitur de Colorum numero, de illis omnibus necessariò miscendis, ut Albedo componatur, deque causâ, quâ imago per vitra in obscuratum Cubiculum intromissa tam distincta apparet, quamvis Radii inæqualiter refringantur.

MINI videtur, quòd N. non utitur genuinâ ratione perpendendi Colorum naturam, dum illos, qui jam compositi sunt, componere pergit. Potius fortasse sibimet ipse satisfecisset, si Lucem, quantum Arte perficere licet, in Colores resolvisset, ac deinde singulorum horum Colorum proprietates examinasset; atque postea periculis detegere instituisset quidnam ori

Is. Newtoni Opuscula. Tom. II. Zz retur,

Trans.
Philos.
6. Mens.
Octobr.
An. 1673.
Num. 97.
pag. 6108.

Num. 97. retur, si duo, vel plures, vel denique omnes Colores iterum jungerentur; atque tandem, si eos rursus ad hoc segregavisset, ut perspiceret quasnam mutationes secunda conjunctio illis induxisset. Nuper ostendi, quòd Colores omnes ex flavo & cæruleo reipsa nequeunt obtineri, unde consequitur fundamento destitutas esse hypotheses illas, quæ id fieri posse supponunt. Si petatur quinam Colores ex flavo & cæruleo nequeant extundi; respondeo omnes illos, quos primigenios statui; & si contrarium experimentis ostendatur, me in errorem incidisse confitebor. Neque facilius est hypothesim aliquam moliri assumendo duos tantummodo Colores esse primigenios, quàm indefinitam eorum varietatem admittendo; nisi fortè facilius sit supponere corpusculis aut pulsibus æthereis dumtaxat inesse duas figuras, magnitudines, & velocitatum aut virium gradus, quàm earum rerum indefinitam varietatem constituere; quæ suppositio sanè foret absurda. Nemo indefinitam fluctuum in Mare, vel arenarum in litore varietatem miratur; quæ si duarum omnino magnitudinum essent, exhiberent phænomenum plane conceptu difficile. Mihi quidem mirum videretur, si diversæ corpusculorum lucidum corpus constituentium partes, quæ supponi debent diversis præditæ figuris, magnitudinibus, & velocitatibus, duo tantum motionis genera adjacenti medio æthereo imprimerent, aut alià quâcunque ratione duo solummodo Radiorum genera sufficerent. Sed, extra propositum meum est perpendere quo pacto Colores per hypotheses explicari possint. Quinimo neque mihi animus est ostendere in quo versetur Colorum natura atque discrimen; sed tantum monstrare, quòd illi *de facto* sunt primigeniæ & immutabiles qualitates Radiorum illos exhibentium; aliisque relinquere curam harum Qualitatum naturam atque discrimen per mechanicas hypotheses explanandi; quod negotium non difficile reor. Non tamen hæc intelligi vellem, quasi totum Colorum discrimen positum esset in *diversâ* horum Radiorum *Refrangibilitate*; etenim *diversa Refrangibilitas* hac unâ ratione illorum productioni conducit, quòd Radios, quorum sunt qualitates, disjungit. Hinc sequitur, quòd iidem Radii eosdem exhi-

exhibent Colores , quando aliis modis separati sunt , ut eorum *diversâ Reflexibilitate* , de quâ qualitate nihil hactenus dictum fuit.

NEWTON
Responsio
ad super-
rior. Epis-
tol.

Deinde N. ostendere conatur , quòd , ad hoc ut Albedo componatur , non omnes Colores necessariò miscendi sunt. At , si misceantur flavus , viridis , & cæruleus , sine rubeo & purpureo , ut ille ad hoc ipsum proponit , habebitur non Albedo , sed Viriditas ; & fulgentissimæ flavi Coloris partes nullum alium Colorem , nisi flavum , subministrabunt , si experimentum instituatur in Cubiculo benè obscurato , ut opus est ; quia Lux colorata valde Refractione debilitatur , & ideo fit aptior , quæ à quâvis aliâ vagâ Luce sese illi permiscente diluatur. Veruntamen adest unum aut alterum experimentum nuper memoratum , quibus apparet me Albedinem elicuisse ex duobus tantummodò Coloribus , & quidem pluribus modis ; ut ex aureo & cæruleo saturo ; ex rubeo & cæruleo diluto ; ex flavo & purpureo , & ex aliis intermediarum Colorum paribus. Experimentum magis accomodatum ad id perficiendum est cùm unius Prismatis Colores mittuntur aptâ quadam ratione super Colores alterius Prismatis. Sed non video hinc sequi , quòd N. contendit. Siquidem duo Colores illi ex aliis compositi erant ; & idcirco Albedo inde exsurgens , (si propriè loqui velimus ,) ex illis omnibus composita erat , & ex duobus tantum secundò composita. Exempli gratiâ , Color aureus compositus erat ex rubeo , aureo , flavo , & aliquo viridi ; cæruleus ex purpureo , cæruleo saturo , cæruleo diluto , & aliquo viridi , cum omnibus eorum intermediis gradibus ; unde patet , quòd aureus & cæruleus simul conficiebant omnium Colorum congeriem , quibus Albedo constituitur. Sic , si quis pulveres rubrum , aureum , & flavum misceat ad componendum aliquem aureum ; & viridem , cæruleum atque purpureum ad conficiendum aliquem cæruleum ; & denique has misturas permisceat ad obtinendum Colorem cinereum ; hic cinereus , quamvis secundò compositus ex duabus dumtaxat misturis , tamen ex omnibus sex pulveribus non minùs componitur , quàm si pulveres isti uno eodémque tempore omnes permisti fuissent.

Num. 97.

Hæc adeò sunt plana, ut nullum superesse posse scrupulum mihi habeam persuasum, iis præsertim, qui norunt quo pacto sit investigandum utrùm Colores sint simplices vel compositi, & ex quibus Coloribus constent; quod, cùm alio loco fuerit explicatum, hìc repetere necessarium non duco. Quapropter, si N. vult aliquid evincere, illi ostendendum est quomodo liceat Albedinem conficere ex duobus Coloribus simplicibus; quod cùm ostenderit, tunc ei dicam quare nihil inde conficere potest. Sed, nullum, credo, ejusmodi experimentum inveniri potest, nam, quantum memini, olim periculum feci miscens, ordine, omnia simplicium Colorum paria; &, licet harum misturarum nonnullæ, essent dilutæ, & propius, quàm aliæ, ab Albedine abessent, nulla tamen verè alba dici poterat. Sed, cùm aliquot Anni jam præterierint, ex quo factum fuit experimentum hoc, non benè satis circumstantiarum memini; quapropter aliis iterum tentandum commendo.

Postremò, si credidissem, quòd imago, quam (exempli causâ) vitrum objectivum duodecim pedum projicit in obscuratum cubiculum, tantum contra me faceret, eò quòd distincta est, quantum N. libet affirmare, Theoriam meam in hoc deseruissim, antequam eam proponerem. Nam, quòd hanc difficultatem cogitatione comprehenderim, conjicere potes ex eo, quòd alicubi in meâ primâ Epistolâ, ad hoc ipsum spectans, aio me mirari, quòd Telescopia ad tantam perfectionem perducta sint Refractionibus, quæ tam extra regulam vagantur. Sed, hanc difficultatem sublaturus, dicam, quòd, quamquam ponam maximam aberrationem, quâ Radius alter ab altero distat, esse circiter quinquagesimam vitri Diametri partem, attamen, maximum spatium, quo distant à punctis in quæ cadere deberent, est solummodo centesima hujus Diametri pars. Præterea Radii, quorum tanta est aberratio, pauci videbuntur, si conferantur cum illorum numero, quibus accuratior Refractio contingit. Quandoquidem Radii, qui cadunt circa vitri meditullium satis accuratè refringuntur; quod etiam accidit iis, qui, cùm prope perimetrum cadant, præditi sunt mediocri Refrangibilitatis gradu. Superfunt igitur Soli Radii, qui & cadunt
circa

circa perimetrum & aut nimium aut non satis refringuntur, qui ^{NEWTONI} imaginem, quantum sensibus percipi valeat, confusam reddant. ^{Responsio}
 Qui præterea, adeò debilitantur, eò, quòd per magnum spatium ^{ad super-}
 dispergantur, ut Lux, quæ cadit in puncta in quæ cadere de- ^{rior. Epif-}
 bet, infinities densitate superet eam, quæ circa illam in orbem ^{tol.}
 diffunditur. Hæc assertio, puto, paradoxa videri potest, tamen
 certè demonstratione firmari valet. Quinimo, etiamsi Lux, quæ
 transit per medias vitri partes, tota interciperetur, tamen Lux,
 quæ superest, ad puncta, ad quæ debet, conveniret infinities den-
 sior quàm ad alia loca. Et hoc densitatis excessu fieri potest,
 opinor, ut Lux quæ cadit in ipso puncto, in quod cadere debet,
 aut ita prope, ut intervallum Oculorum aciem fugiat, *Sensorium*
 tantà vi percellat, ut cum eà collata, percussio Lucis aberran-
 tis, quæ circa illud in orbem extenditur, satis fortis non sit ut
 animadvertatur, sive ut imagini confusionem inducat magis à sen-
 sibus discernendam, quàm quæ experientià comperitur.

Hæc, puto, sufficiunt ad ostendendum quo pacto imago adeò
 distincta appareat, quamvis unam eandemque legem Refractiones
 non servant. Quibus si contentus non est N., tentare potest,
 si libet, quàm distincta sit hæc imago, cum tota Lens tecta est,
 præter duo foramina posita utrinque juxta ejus extremitates; &
 si, rebus sic stantibus, dignatur metiri latitudinem Colorum hoc
 pacto exsurgentium ad solaris imaginis extremitates, inveniet for-
 tassiss, quòd propius accedunt proportioni à me indicatæ, quàm
 expectat.

A R T. XX

Responsio (ad superiorem Epistolam) ad Editorem data A. D. decimum Mensis Junii An. 1673. ab eodem Parisiensi Philosopho , qui nuper dictus fuerat scripsisse Epistolam jam relatam sub Num. 96. pag. 6086. (Transact. Philosophic., & pag. 359. hujus).

Ibidem
pag. 6112.

QUOD attinet ad solutiones à NEWTONO relatas diluendi causâ difficultates, quæ proposueram in ejus Theoriam de Luce & Coloribus, illis respondere possem, quin & novas difficultates afferre; sed, cum observaverim, quòd NEWTONUS sententiam suam tuetur multâ cum contentione, disputationem aggre-
di nolo. Sed, quid sibi voluit, obsecro, cum dixit, quòd, etiamsi ostenderim quomodo liceat Albedinem componere ex duobus simplicibus Coloribus, tamen nihil inde conficere possem? At ipse asseruit ad Albedinem constituendam omnes Colores primigenios esse necessarios.

De ratione, quâ conciliat vitrorum convexorum effectum, dum tam accuratè Radios congregant, cum propositionibus, quas ipse statuit de inæquali Refrangibilitate, planè mihi satisfecit. At tamen fateri debet, quòd hæc Radiorum aberratio non est tantum opticis vitris damnosa, quantum ipse nobis suadere voluisse videtur, cum proposuit Specula concava tanquam sola, quibus spes esset perficiendorum Telescopiorum. Optimum quidem est ejus cogitatum, sed Metallum defectu nunquam actu perfici posse videtur, ut formarum conficiendarum difficultas ab usu removel CARTESII hyperbolas. Itaque, meâ quidem sententiâ, opera
danda

Num. 96. geniis Coloribus Albedinem extundat, quæ non solum Oculo nudo ceteris Albedinibus similis videatur, sed etiam cum illis in omnibus aliis proprietatibus conveniat.

Ut autem intelligatur quænam discrepantia inter ejuscemodi Albedinem & alias interfit, & quo pacto hinc sequatur alias esse aliter compositas, hanc Thesin supponam.

Compositus aliquis Color resolvi nequit in plures simplices Colores, quam quibus est compositus.

Id videtur evidens per se ipsum, & periculum feci pluribus TAB. II. rationibus, & hæc præcipuè. Sit (*Fig. 10.*) α oblongum albæ papyri frustum latum pollicis triente aut quadrante, circiter, & irradiatum in obscuro Cubiculo duobus Coloribus commistis, quos duo Prismata in illud injiciunt; hi Colores sint, exempli gratiâ, fatur cæruleus & coccineus, quorum quilibet esse debet, quantum commodè fieri potest, simplicissimus; deinde ab illâ papyro digressus satis magno intervallo, puta, octodecim aut viginti quatuor pedibus, eam intueri per vitreum vel crystallinum Prisma triangulare atque perspicuum papyro parallelè positum; atque dispicies duos Colores à se mutuò remotos tanquam duas papyri imagines, ut delineatæ sunt in β & γ : hic autem β coccineum Colorem, & γ cæruleum repræsentat; neque interest viridis aliûsve Color quicunque.

Nunc ex jam posita thesi hæc duo colligo.

Primò, quòd, si reperiri potest aliqua ratio componendæ Albedinis ex duobus tantum Coloribus simplicibus, hæc Albedo iterum resolvi non poterit in plures, quàm in duos.

Secundò, quòd, si aliæ Albedines, ut ea quæ prædita est solaris Lux, &c., resolvi possunt in plures, quàm in duos Colores simplices, (ut posse experientiâ comperio,) eæ compositæ debent esse ex pluribus, quàm ex duobus.

Ut hæc planiora fiant, sit A (*vide eandem Fig. 10.*) album corpus illuminatum à directo Radio Solis in obscurum Cubiculum per angustum foramen intromisso; & sit α aliud simile corpus irradiatum à duobus Coloribus simplicibus commistis, qui, (si fieri potest, illi album Colorem omnino similem Colori ipsius

A

A inducant: deinde à satis magno intervallo respice per Prisma NEWTONI utramque hanc Albedinem; atque A quidem dispicies mutatam in seriem cunctorum Colorum, rubei, flavi, viridis, cærulei, purpurei, cum intermediis eorum gradibus ordine sibi succedentibus ex B in C. Sed α , juxta memoratum experimentum, in duos Colores illos, ex quibus composita fuerat, & eos quidem non conterminos, ut Colores qui sunt in B C, sed inter se diffitos, ut ad β & γ , propter inæqualem Refrangibilitatem Radiorum, ad quos pertinent. Atque hoc pacto, duabus hisce Albedinibus collatis, manifestum erit eas esse diversimodè constitutas, & A ex pluribus, quàm α , Coloribus constare. Ita ut opinio, pro quâ pugnat N., accessione novi generis Albedinis potius Theoriam meam promoveat, quàm contra eam faciat. Sed nullam hujusce Albedinis componendæ spem video.

NI
Responsio
ad superior.
Epistol.

De eo, quod dicit N., quod, scilicet, *ego meam doctrinam non sine contentione tueor*, fateor aliquantisper mihi injucundum esse easdem offendere objectiones quibus antea responderam, nullâ adjectâ ratione, cur meæ responsiones non sufficiant. Illæ totæ ad id spectabant, ut ostenderent alios existere simplices Colores præter cæruleum flavumque. Exemplum attuleram simplicem vel homogeneous viridem, qualis confici nequit mixture cærulei & flavi, sive aliorum Colorum quorumlibet. Pariter demonstraveram, cur, etiamsi Colores omnes ex duobus componere liceret, non tamen inde sequeretur hosce duos esse solos Colores primigenios. Cujus assertionis rationes compares, obsecro, cum iis, quæ nunc de Albedine dicta sunt. Item, quod omnes Colores necessario requirantur, ut Albedo componatur, constare potest ex illo experimento, in quo affirmavi, quod, si quis Color prope Lentem intercipiatur, Albedo, (quæ ex illis omnibus exsurgebat,) in eum Colorem, qui componitur ex reliquis, mutabitur.

Nihilominus, quia nonnulla malè accepta fuisse videntur, quid de hoc argumento sentiam sequenti methodo paulò magis aperire conabor.

OPUSCULUM XIX.
DEFINITIONES

DEFIN. I.

Lucem homogeneam, ex partibus similibus constantem, aut uniformem eam appello, cujus Radii sunt æqualiter refrangibiles.

DEFIN. II.

Heterogeneam autem illam, cujus Radii sunt inæqualiter refrangibiles.

SCHOLIUM.

Tres sunt Lucis affectiones, quibus Radios discrepare deprehendi, videlicet *Refrangibilitas*, *Reflexibilitas*, & *Color*; qui autem Radii Refrangibilitate congruunt, congruunt etiam duabus aliis affectionibus, & idcirco bene vocari possunt homogenei, præcipuè cum passim illa homogenea dicere soleamus, quæ talia sunt qualitativis, quas dignoscere valemus, quàmlibet aliis qualitativis, ad quas cognitio nostra se non extendit, sint fortassis aliquatenus heterogenea.

DEFIN. III.

Colores simplices vel homogeneos illos voco, qui ab homogeneâ Luce ministrantur.

DEFIN. IV.

Compositos verò vel heterogeneos illos, qui ab heterogeneâ Luce exhibentur.

DEFIN.

DEFIN. V.

NEWTONI
Responsio
ad supe-
rior. Epist.
tol.

Diversos Colores nuncupo non modò eminentissima eorum genera, nempe rubeum, flavum, viridem, cæruleum, purpureum, sed etiam omnes alios tenuissimos gradus; prorsus ut in Musicis non tantummodò gradus eminentissimi, sed omnes quoque minimi pro diversis Sonis habentur.

PROPOSITIONES.

PROPOS. I.

Lux Solis constat ex Radiis, qui indefinitis Refrangibilitatis gradibus discrepant.

PROPOS. II.

Radii, qui Refrangibilitate differunt, postquam disjuncti sunt, proportionaliter discrepant Coloribus, quos exhibent.

Hæ duæ Propositiones facti sunt,

PROPOS. III.

Tot sunt simplices aut homogenei Colores, quot Refrangibilitatis gradus.

Siquidem ad singulos Refrangibilitatis gradus pertinent diversi Colores, (per Propos. II.,) & horum Colorum quisque simplex est, (per Defin. I., & III.)

PROPOS. IV.

Albedo, quæ omnino & in totum similis sit illi, quæ prædita sunt immediata Solis Lux, & ea quæ sensibus nostris percipi solent, componi nequit ex duobus tantummodò Coloribus simplicibus.

Nam. 96.

Etenim, ejuscemodi compositio constabit ex Radiis duos dumtaxat Refrangibilitatis gradus habentibus, (*per Defin. I., & III.*;) quâ de causâ similis esse non potest ei, quæ Solis Lucem constituit, (*per Propos. I.*;) neque, ob eandem rationem, ei quæ inest rebus albis, quas dispicere solemus.

P R O P O S. V.

Albedo, quæ omnino & in totum similis sit illi, quâ prædita est immediata Solis Lux; componi nequit ex simplicibus Coloribus, nisi adsit indefinita eorum varietas.

Nam, ut talis exoriatur compositio, requiruntur Radii prædicti indefinitis Refrangibilitatis gradibus, (*per Propos. I.*;) hi verò secum trahunt totidem Colores simplices, (*per Defin. I. & III., atque Propos. II., ac III.*)

Ut isthæc aliquantò planiora fiant, affero etiam Propositiones sequentes.

P R O P O S. VI.

Radii Lucis in se vicissim non agunt, dum per idem medium transeunt.

Constat ex nonnullis superioribus locis, & ulteriorem probationem admittit.

P R O P O S. VII.

Radii Lucis nullam, dum refringuntur, Qualitatum mutationem patiuntur.

P R O P O S. VIII.

Neque postea ex adjacente quieto medio.

Hæ duæ Propositiones manifestæ sunt *de facto* in homogeneâ Luce, cujus neque Color neque Refrangibilitas ullo pacto possunt mutari sive per Refractionem sive per quiescentis medii termi-

terminationem. Sed, quod attinet ad Lucem heterogeneousam, NEWTONI
Responsio
ad supe-
rior. Epist. quoniam ea nihil est nisi congeries plurium generum Lucis homogeneæ, cujus quodlibet genus non magis immutatur, quàm si solum esset, quia Radii in se vicissim non agunt, (*per Propos. VI.*) sequitur, quòd congeries ipsa nullam mutationem pati possit.

Duas istas Propositiones melius evincere singillatim licet experimentis nimis longis, quàm quæ hìc describantur.

P R O P O S. IX.

Nullus homogeneus Color Refractione potest è Luce excudi, qui antea permixtus in eà non fuerit.

Siquidem, (*per Propos. VII., & VIII.,*) Refractione Radiorum qualitates non immutantur, sed solummodò diffociantur, ope diversæ Refrangibilitatis, illi, qui diversis qualitatibus præditi sunt.

P R O P O S. X.

Solis Lux est congeries constans ex indefinitâ homogeneorum Colorum varietate.

Constat ex Propositionibus I., III., & IX.

Hinc est, quòd homogeneos Colores etiam primigenios appellavi.

Et hæc quidem de Coloribus dicta sint satìs.

Libuit N. innuere, quòd Radiorum aberrationes, ortæ ab inæqualibus eorum Refrangibilitatibus, neque tantæ sunt, neque adeò vitris damnosæ, quantum velle videor ut credantur esse, dum concava Specula, tanquam unicas perficiendorum Telescopiorum spes propono. Sed calamum arripere dignetur, & conferre aberrationes genitas à vitro cum iis, quæ generantur à speculo Radios ad idem, ac vitrum, intervallum tolligente; atque perspiciet quàm hallucinatus sit, & quòd extra rectam rationem, (ut arbitratur,) non sum divagatus, cùm Reflectiones Refractionibus antetuli. Difficultates, quas offendi ait, dum rem actu per-

ficere volumus, novi summas eas esse, & rationibus, quibus negotium hoc tentatum fuit, inextricabile puto. Sed est alia ratio, quam superius innui, & quâ à verisimile non alienum reor posse in majoribus Telescopiis confici, quæ ipse in minoribus perfecit, sed non sine diligentia majore, & curâ atque arte subtiliore, quàm quæ vulgò soleant adhiberi.

ART. XXII.



FRANCISCI LINI

Doctissimi Viri Epistola ad Amicum Londini degentem, quâ continentur nonnullæ Animadversiones in ISAACI NEWTONI Theoriam de LUCE & COLORIBUS nuper editam in his Tractatibus.

HONORATE DOMINE.

Transf. Phil. 15. Mens. Jan. An. 1674 Num. 110. pag. 217. **C**UM noverim te semper humanè accipere ejusmodi naturæ scripta, qualis hoc est, à quocunque demum veniant, me non malè facturum arbitror, si, quanquam tibi non notus, nar-
raverò, quòd, cùm nuper philosophicas Transactiones pervol-
verem, ut perspicerem siquid in iis reperire possem, quod fa-
ceret ad commentatiunculam quandam de Opticâ, quæ mihi præ
manibus est, incidi in Epistolam ISAACI NEWTONI Mathema-
tum Professoris in Universitate Cantabrigiensi, in quâ loquitur de
experimento, quod fecit per exiguum foramen admittens in ob-
scuro Cubiculum Lucis Radium, qui per vitreum Prisma trans-
means, & ad oppositum parietem perveniens, ibi pingit *Spectrum*
diversis

diversis Coloribus variegatum, & cujus longitudo multò latitudi- FRANC.
 ne major est; cùm tamen, secundùm receptas Refractionum leges, LIN.
 potiùs formam circularem assumere debuisset. Quo experimento Animad-
 innixus, vitiosas reputat has vulgares Refractionum leges, novám vers in
 que suam Lucis Theoriam constituit diversis Radiis diversam Re- NEWTONI
 frangibilitatem tribuens, nullá habitá ad Angulum Incidentiæ ratio- Theoriam.
 ne &c.

Equidem, Domine, nullum mihi restat dubium de hisce, quæ
 Doctissimus Auctor affirmat; & ipse, rebus eodem pacto dispo-
 sitis, observavi discrimen illud, quod inter Spectri colorati lon-
 gitudinem & latitudinem intercedit; sed nunquam id perspicere
 licuit quando prope Solem Coelum erat serenum & à nubibus im-
 mune: sed hæc inæqualitas inter longitudinem atque latitudinem
 tum solummodo apparebat, cùm aut Sol per albam nubem trans-
 lucebat, aut nonnullas proximas nubes illustrabat. Tunc autem
 sanè mirandum non est, si memoratum Spectrum magis in longi-
 tudinem quàm in latitudinem extendebatur; nubes etenim sic illu-
 minatæ, quod ad Colores attinet, similes erant magno cuidam
 Soli, & ad foramen multò majorem intersectionis angulum facie-
 bant, quàm veri Radii solares; & idcirco totam Prismatis longi-
 tudinem irradiare poterant, & non exiguam dumtaxat ejus par-
 tem, quam illustratam videmus à veris Radiis solaribus per idem
 parvum foramen transeuntibus. Idem perspicimus etiam in veris
 Solis Radiis, cùm totum Prisma illuminant; etenim, quamvis, ubi
 Coelum est serenum, Radii solares transmissi per tenue foramen
 nunquam efficiant Spectrum magis longum quàm latum, quando-
 quidem exiguam tantummodo Prismatis partem occupant; attam-
 en, si foramen ita augetur ut totum Prisma à Solis Radiis il-
 lustretur, illicò dispicies Spectri longitudinem non parum latitudi-
 nem excedere; qui excessus semper eò major erit, quò magis Pris-
 matis longitudo latitudinem superat. Hinc deduco, quòd Spectrum,
 à docto Auctore visum magis longum, quàm latum, effectum non
 erat à veris Radiis solaribus, sed ab iis, qui ab aliquâ fulgente
 Luce profluebant, ut dictum fuit; quapropter, quòd *Lucis Theo-*
ria hoc experimento innixa stare non potest.

Qua

Num. 110.

Quæ hîc dicta sunt hac unâ egent confirmatione , mero experimento, quod quilibet statim instituere potest; neque ego hac occasione periculum istud feci, sed ferè elapsi sunt triginta Anni, ex quo illud unâ cum pluribus aliis experimentis ad Lucem pertinentibus ostendi dignissimo experimentalis Philosophiæ Promotori KENELMO DYGBÆO, cùm, huc profectus ut Spadensibus aquis uteretur, sese nonnunquam in meum Cubiculum obscuratum (*l eodii*) reciperet, ut videret varia Lucis phænomena effecta diversis Refractionibus & Reflexionibus, observationes in illa faciens; quâ arte si usus esset NEWTONUS, cùm memoratam inæqualitatem, quâ differt hujus Spectri colorati longitudo ab ejusdem latitudine, explicare conatus est, nunquam opus hoc, quod perfici nequit, suscepisset.

Supereſt, honoratissime Domine, ut te certiore facias, quodd res à mente meâ prorsus aliena accideret, si error, de quo hîc verba feci, labeculam aliquam doctissimi hujus Viri famæ adspargeret. Egomet ipse in errorem eundem potuiffem incidere, si, cum primùm periculum illud institui, Sol albâ nube fuisset involutus, ut illi accidisse videtur. Quapropter, tibi negotium ulterius facessere definens, me declaro.

Tibi obsequentissimum

A. D. 6. Octob. 1674.

FRANCISCUM LINUM.

ART.

ART. XXIII

*Responsio ad superiorem Epistolam.*

LITTERÆ, quas ad me dandas censuisti complectentes animadversiones quasdam in NEWTONI Theoriam de Luce, & Coloribus innixam experimento illi, quo Solis Radius per exiguum foramen in obscurum Cubiculum inmittitur, nullā aliā responsione videntur egere præter hanc, quòd nempe tibi libeat considerare Schema additum secundæ NEWTONI responsioni ad Patrem PARDIES; & pro certo habere, quòd experimentum, quale ibi delineatum est, institutum fuit die sereno; & Prisma positum, quam-maxime fieri potuit, prope fenestræ foramen, ita ut nullus Luci locus superesset ad divaricandum; atque quòd imago colorata, hinc exorta, non erat parallela, (ut conjicis,) sed ad Axem Prismatis transversa. Ibidem.
pag. 219.

ART. XXIV.



Epistola FRANCISCI LINI ad Editorem data Leodii A. D. vicesimum quintum Mensis Februarii An. 1675. It. n., quâ reponitur litteris editis sub Num. 110. continentibus responsionem ad primam ejusdem LINI Epistolam de ISAACI NEWTONI Theoriâ de LUCE & COLORIBUS.

HONORATISSIME DOMINE.

Frank.
Philos.
24. Mens.
Jan. An.
1675.
Num. 111.
pag. 499.

IN litteris ad me datis A. D. decimum septimum Mensis Decembris, & mihi redditis tantum circa Januarii finem, ais mihi pro certo habendum esse, *primò*, quòd dies erat serenus cum periculum initum fuerat; *secundò*, quòd Prisma ita propè foramen attingebat, ut nullus divaricandi locus Luci relictus fuisset; *tertiò*, quòd imago non, (ut ego conjeceram,) parallela erat ad Prismatis Axem, sed transversa.

Fateor, Domine, quòd assertiones istæ, si admittantur, omnino destruunt, quod dixeram, **NEWTONUM** scilicet à fulgidâ nube fuisse deceptum. Sed si eas comparemus primæ hujus experimenti enarrationi ab ipso **NEWTONO** scriptæ, evidenter constabit illas admitti non posse, utpote frontibus adversis pugnantes cum iis, quæ in illâ narratione traduntur. Etenim ibi habetur, quòd *extremities imaginis colorate, quæ in oppositum parietem dispiciebatur, & cujus longitudo, quinquies, præterpropter, latitudinē major erat, videbantur semicirculares.* Attamen

men istæ *femicirculares extremitates* nunquam apparent die sereno, quemadmodum ostendit experientia. Hinc sequitur, quòd, contra *primam* assertionem, periculum factum non fuit die sereno. Sed hæ *femicirculares extremitates* nunquam videntur, cum Prisma omnino prope foramen positum est; quod opponitur *secundæ* assertioni. Pariter nunquam dispiciuntur, quando imago transversa est ad longitudinem Axis Prismatis, quòd directò observatur *tertiæ* assertioni. Si verò, cum res aliquo ex tribus hinc modis se habent, imago adeò magis longa est, quàm lata, (quod faciliè fieri potest aliquantisper convertendo Prisma circa suum Axem) ut longitudo ferè quinquies latitudine major sit, tunc altera imaginis extremitas figuram induet acuti Coni sive Pyramidis similis flammæ è Candelâ promananti, altera autem Coni paulò obtusioris, quarum figurarum utraque longè abest ut *femicircularis* videatur. Sed, si imago excuditur cum Coelum serenum non est, sed fulgentibus nubibus obductum, & si Prisma non ponitur propè foramen, sed commodo intervallo distitum ab illo, (ut positum vides in Schemate experimenti N. 84. pag. 4091*, Trans. Phil. at pag. 320. hujus,) tunc hæ *femicirculares extremitates* semper apparent, & imaginis latèra sunt rectilinea; ad amussim secundùm NEWTONI descriptionem. Neque tamen longitudo imaginis transversa est ad Prismatis Axem, sed parallela. Unde manifestò conficitur, quòd neque experimentum factum fuit die sereno, neque Prisma situm ad foramen ipsum, neque tandem imago transversa: sed per fulgentem nubem; & imagine existente parallela, (ut ego conieceram;) & spero te ipsum nunc fassurum, quòd optimo jure conjecturam hanc feceram, quandoquidem tam bene cum narratione convenit. Quod etiam tibi monstrabitur ab experientiâ, si libeat periculum facere, ut factum fuit in obscuro Cubiculo, & observare discrepantiam, quæ inter imaginem effictam per fulgentem nubem, & eam, quæ sufficitur ab immediatis Solis Radiis, interest; nam, illam semper parallelam & extremitatibus *femicircularibus* definitam comperies; hanc verò transversam terminatamque extremitatibus pyramidalibus, ut supra dictum fuit, quandoque magis longa quàm lata apparebit.

* *Trans. Phil.*, & pag. 320. hujus.

Num. 121. Sed & alia deducere licet ex eadem narratione, quibus imaginem non transversam fuisse demonstratur. Si enim transversa fuisset, **NEWTONUS** in *Opticis* tam versatus, admiratione captus non fuisset, (ut se fuisse testatur,) videns ejus longitudinem tantò latitudinem superare; quod est phænomenum obvium, & quod faciliè per vulgares Refractionum leges explicetur. Etiam locus ille, (in quo dicit, quòd in hoc experimento Refractiones Radium incidentium æquales erant Refractionibus Radium emergentium,) rursus evincit quòd memorata oblonga imago erat non transversa sed parallela. Nam, fieri non potest, ut imaginis transversæ longitudo tantò latitudine major sit, quin istæ duæ Refractiones valde fiant inæquales; ut computatio inita secundum vulgares Refractionum leges, & experientia conspirantes testantur. Quapropter immeritò **NEWTONUS** Patrem **PARDIES** inculcat (*pag.* 4091. *Transactionum*, & *pag.* 320. hujus) quasi hallucinatus esset, dum duas hæc Refractiones valde inæquales (*pag.* 408. *Transactionum*, & *pag.* 317. hujus) posuit. Siquidem Vir ille in *Opticis* eruditus optimè perspexit, quòd die sereno tanta longitudinis & latitudinis disparitas accidere non posset, nisi duæ illæ Refractiones pariter valde dispares fierent. Hi duo loci, inquam, primo addi possent, & ampliore explicatione donari, si opus esset. Quod cum necesse non sit, te amplius in his detinere desino.

ART.

ART. XXV.



ISAACI NEWTONI

Considerationes in ea, quæ superius reposita fuerunt, unâ cum quibusdam monitis de ratione rectè instituendorum experimentorum controversorum; missæ ad Editorem è Cantabrigiâ A. D. decimum tertium Mensis Novembris An. 1675.

DOMINE

CUM à te mihi ostensæ fuerunt secundæ LINI litteræ, me- Ibidem
pag. 501.
mini me dixisse, quòd responsonem scribere arbitrabar negotium inutile; quandoquidem disputatio non erat de ratiocinio aliquo, sed de bonâ fide meâ in referendo experimento quodam, cujus eventum ille negat futurum, qualis in meâ editâ Epistolâ descriptus est. Hæc autem disputatio verbis dirimi nequit, sed experimento rursus instituto.

Intelligere nequeo quidnam LINUM fefellerit; sed suspicor illum hoc experimentum non fecisse postquam meam Theoriam legit, sed niti veteribus notionibus, quibus se imbuerat antequam illi injecta fuisset aliqua cogitatio observandi figuram imaginis coloratæ. Quapropter eum rogo, ut, antequam responsones iteret, semel illud tentet, ut sibi ipse satisfaciat, & quidem hoc pacto.

Accipiat

Num. 121. Sed & alia deducere licet ex eadem narratione, quibus imaginem non transversam fuisse demonstratur. Si enim transversa fuisset, **NEWTONUS** in *Opticis* tam versatus, admiratione captus non fuisset, (ut se fuisse testatur,) videns ejus longitudinem tantò latitudinem superare; quod est phænomenum obvium, & quod faciliè per vulgares Refractionum leges explicetur. Etiam locus ille, (in quo dicit, quòd in hoc experimento Refractiones Radium incidentium æquales erant Refractionibus Radium emergentium,) rursus evincit quòd memorata oblonga imago erat non transversa sed parallela. Nam, fieri non potest, ut imaginis transversæ longitudo tantò latitudine major sit, quin istæ duæ Refractiones valde fiant inæquales; ut computatio inita secundum vulgares Refractionum leges, & experientia conspirantes testantur. Quapropter immeritò **NEWTONUS** Patrem **PARDIES** inculcat (*pag.* 4091. *Transactionum*, & *pag.* 320. hujus) quasi hallucinatus esset, dum duas hæc Refractiones valde inæquales (*pag.* 408. *Transactionum*, & *pag.* 317. hujus) posuit. Siquidem Vir ille in *Opticis* eruditus optimè perspexit, quòd die sereno tanta longitudinis & latitudinis disparitas accidere non posset, nisi duæ illæ Refractiones pariter valde dispares fierent. Hi duo loci, inquam, primo addi possent, & ampliore explicatione donari, si opus esset. Quod cum necesse non sit, te amplius in his detinere desino.

ART.

ART. XXV.



ISAACI NEWTONI

Considerationes in ea, quæ superius reposita fuerunt, unâ cum quibusdam monitis de ratione rectè instituendorum experimentorum controversorum; missæ ad Editorem è Cantabrigiâ A. D. decimum tertium Mensis Novembris An. 1675.

DOMINE

CUM à te mihi ostensæ fuerunt secundæ LINI litteræ, me- Ibidem pag. 501.
mini me dixisse, quòd responsonem scribere arbitrabar negotium inutile; quandoquidem disputatio non erat de ratiocinio aliquo, sed de bonâ fide meâ in referendo experimento quodam, cujus eventum ille negat futurum, qualis in meâ editâ Epistolâ descriptus est. Hæc autem disputatio verbis dirimi nequit, sed experimento rursus instituto.

Intelligere nequeo quidnam LINUM fefellerit; sed suspicor illum hoc experimentum non fecisse postquam meam Theoriam legit, sed niti veteribus notionibus, quibus se imbuerat antequam illi injecta fuisset aliqua cogitatio observandi figuram imaginis coloratæ. Quapropter cum rogo, ut, antequam responsones iteret, semel illud tentet, ut sibi ipse satisfaciat, & quidem hoc pacto.

Accipiat

Num. 121.

Accipiat aliquod Prisma, & illud ita colloceat ut Axis ejus angulos rectos cum Radiis solaribus constituat, & in hoc situ illud ponat, quam-maximè poterit, prope foramen, per quod Sol obscurum Cubiculum irradiat, quod foramen Pisi crassitiem, circiter, habere debet. Deinde lentè Prisma circa Axem suum convertat, & videbit Colores moveri per oppositum parietem, principio quidem illum locum versùs, ad quem ferretur directà Solis linea si Prisma abesset, deinde verò retroversum. Quando Colores sunt ad amissim inter hæc duas oppositas motiones, hoc est, quando sunt quam-proximi loco, ad quem directi solares Radii tendunt, tunc Prisma immotum detineat; tunc enim Radii æqualiter ab utroque Prismatis latere refringuntur. Prismate hunc situm occupante, Colorum figuram observet, quam comperiet, non rotundam, ut contendit, sed oblongam, & quidem eò magis oblongam, quò major est ille Prismatis angulus, quem reflectentia plana comprehendunt, quòque remotior à Prismate est paries, in quem Colores incidunt; Colores autem rubeus, flavus, viridis, cæruleus, purpureus, ordine dispositi, ab altero figuræ latere aliud versùs non tendunt, ut secundum LINI conjecturam, sed ab unâ ad alteram extremitatem; & longitudo figuræ ad Prismatis Axem parallela non est, sed transversa. Hoc pacto ego experimentum institui, quod felicem successum non fortietur, nisi dies serenus sit, & nisi Prisma positum sit ad foramen ipsum, aut saltem adeò prope illud, ut Solis Lux, quæ per foramen transjicitur, per Prisma etiam ita transmeare possit, ut sub rotundâ formâ appareat, si papyro, statim ac Prisma transgressa est, intercipiatur.

Cùm hoc periculum fecerit LINUS, ulteriùs, quæso, transire dignetur, & illud instituat, quod appello *experimentum Crucis*. Quando enim hæc tentaverit, (quæ cùm neget, perspicio eum illa non tentasse, ut erant tentanda,) arbitror quòd animus ejus expletus erit.

Memini, quòd, post tres aut quatuor dies, ex quo mihi copiam fecisti legendæ secundæ Epistolæ à LINO scriptæ, eâ de causâ ostendi primum ex his duobus experimentis nobili illi Viro, quo

quocum eram tum cum tu me, ob idipsum, visum venisti; NEWTON-
 dum verò huic experimentum istud ostenderem, venit A. H. ^{NI}
 (Regiæ Societatis Membrum) cui pariter illud monstravi. Et ^{Confide-}
 meminisse potes, quòd R. H. ante hos duos aut tres annos, in ^{rat in su-}
 litteris lectis coram Regiâ Societate atque ad me missis, testimo-
 nium dixit tum pro hoc ipso experimento quod LINUS in du-
 bium revocat, tum pro omnibus illis, quæ continentur in meâ
 primâ de *Coloribus* Epistolâ, ut de experimentis quæ ipse fecerat;
 & cum LINI litteras legisti in ejusdem Societatis confessu, &
 dignatus es rogare ut hæc experimenta coram Societate iterarentur,
 R. H. de illis verba fecit tanquam de rebus in controversiam non
 revocandis. Sed si nondum coram illâ fuerunt instituta, & Socio-
 rum aliquis, homo LINO certus ac fidus, de iis dubitat, me ad
 nutum hæc experimenta ostensurum polliceor, ubi adeò felix ero,
 ut sæpius Regiæ Societatis confessibus adesse possim; neque rem
 intricatam futuram spero, siquidem perfici possunt, (quanquam
 non tam bene,) etiam Cubiculo non obscuro, & uno horulæ
 octante. Licet, si LINUS ea negare pergat, optarem ut fierent
 antequam opportunitas ferat ut apud eos sim.

ART

ART. XXVI.

*Excerptum ex Epistolâ GASCOINII ex LINI
nuper mortui Discipulis ad Editorem datâ A.
D. decimum quintum Mensis Decembris An.
1675. Leodii, in quâ continentur sequen-
tia verba, ad quæ spectare videtur sequens
NEWTONI Epistola, quocum fuerunt com-
municata.*

Ibidem
pag. 503.
marg.

SÆPIUS experimentum memoratum tentavit LINUS, (nuper mortuus,) & plures ad illud videndum appellavit, & non ægrè ostendit omnibus illis, qui, aut fortè in ejus Cubiculum venerunt dum illud conficeret, aut vel minimum illius perspiciendi desiderium testati sunt; ita ut, quod ad experimentum attinet, hinc NEWTONO, nobis inde par sit confidentia, quibus planè persuasum est, quòd difficilè stabit NEWTONI experimentum, nisi fortè diversa ponendi Prismatis ratio, aut foraminis amplitudo, aut aliqua similis circumstantia pariat discrimen, quod inter nos intercedit.

ART.

ART. XXVII.

*Excerptum ex alterâ Epistolâ à NEWTONO
ad Editorem datâ A. D. decimum Mensis
Januarii, An. 167 $\frac{5}{8}$, ubi de eodem argumen-
to agitur.*

EX GASCOINII litteris suspicari quis posset LINUM ex- Ibidem pag. 556.
perimentum instituisse aliâ, ac ego, ratione; quapropter ex-
pectabo donec ab ejus Amicis factum fuerit eo modo, quo nu-
per faciendum esse significavi. Ad quod experimentum perficien-
dum prodesse poterit scire quòd Prisma plures imagines ministrat.
Harum prima est oblonga & Coloribus distincta, de quâ verba
facio; & hæc duabus tantummodò Reflexionibus obtinetur. Alte-
ra fit duabus Refractionibus, & unâ intercedente Reflexione; at-
que ea longa est ac Colorum experts, si anguli Prismatis accura-
tè sunt æquales; erit autem Coloribus prædita, si anguli ad ba-
sim reflectentem sint inæquales, & quidem eò magis in eâ Colo-
res apparebunt, quò magis anguli isti sint inæquales, sed etiam
eò magis à rotundâ figurâ discedet, nisi tamen anguli maximè
sint inæquales. Tertia imago conficitur unicâ Reflexione, & hæc
semper rotunda & Colorum exlors. Dumtaxat autem timendum
est ne per errorem *secunda* loco *primæ* habeatur. Sed alia tamen
ab aliâ discerni potest, non solùm, quia *prima* est oblonga vivi-
disque Coloribus picta, sed etiam quia altera altero modo move-
tur. Etenim, dum Prisma semper easdem partes versùs circa suum
Axem convertitur, *secunda* & *tertia* celeriter moventur, & sem-
per ad easdem partes eunt, donec evanescant; *prima* verò lentè
moveretur, & semper lentior fit, donec stet, deinde regreditur, &
Is. Newtoni Opuscula. Tom. II. Ccc retro-

Num. 121. retroversum it semper velocius, quousque evanescat in loco illo, in quo videri coeperat.

Si Cubiculo non obscurato, Prisma statuunt prope ligneam fenestram, in apertâ Solis Luce, ita ut Axis Prismatis rectos angulos cum solaribus Radiis constituat, & deinde Prisma circa Axem suum convolvant, fieri non potest quin primam imaginem conspiciant; quâ inventâ, papyrum bis aut ter in se replicare possunt, illâque circa meditullium perterebrare foramine lato circiter tertiam, aut tres quartas Pollicis partes, & ponere statim ante Prisma, ita ut Sol per foramen hoc in Prisma Radios suos conjiciat; tunc autem, Prismate retento & firmiter fixo in eo situ in quo imaginem stantem & immotam præbet, si imago directè cadit in oppositum parietem sive papyrum à Prismate remotam quindecim vel viginti pedibus, vel etiam ampliùs, imaginem videbunt oblongâ facie, ejusque extremitatem alteram Color rubeus, alteram purpureus, meditullium autem viridis ad cæruleum vergens occupabunt. Et si Cubiculum, quam-maximè possunt, obscurum reddunt aulæis obductis aut alio quocunque pacto, sic Colores valde conspicuos obtinebunt.

Hæc ita singulatim sum persecutus, ut quicumque tandem, in cujus manibus inciderit Prisma, possit nullâ difficultate & labore, experimentum istud institnere. Quod postquam hoc pacto confecerint Amici LINI, progredi possunt ad illud repetendum in obscuro Cubiculo, cujus lignea fenestra perforata sit. Tunc mittant, quæso, descriptionem in quâ singulatim & perspicuè narrent rationem, quâ illud exsecuti fuerunt. Rem etiam mihi jucundam facerent, si me docere vellent quo pacto LINUS hæc tentavit, ut, quid contra me facere possit, animadvertam.

ART.

A R T. XXVIII.

Peculiaris responsio ISAACI NEWTONI ad Epistolam FRANCISCI LINI editam sub Num. 121. pag. 499 (Transact. , & pag. 378. hujus) de experimento pertinente ad novam doctrinam de LUCE & COLORIBUS. Hanc responsionem complectebatur Epistola ad Editorem data Cantabrigiæ A. D. undetricesimum Mensis Februarii An. 1676.

EX LINI Epistolâ, cùm eam legissem quando tu mihi illam legendam præbuiſti LONDINI, nihil aliud retinere potui, quàm, in genere, LINUM inficiari, quæ ego affirmaveram, quapropter nuper nihil peculiariter aut singillatim reponere licuit; sed cùm illius iterum perlegendæ facultatem in Transactionibus habuerim, vidi quòd ille tibi suadere vult descriptionem experimenti hujus à me suffectam neque cum meis editis litteris, neque cum experienciâ consentire: quapropter, nequis, qui hæc litteras non legerit, silentium de hac re meum pro confessione accipiat, non extra rem duco nonnulla ad te perscribere, quibus ad hæc respondeam.

Ait, quòd dum eum certiolem facis, quòd, primò, *dies erat serenus cùm periculum initum fuerat.* Secundò, *quòd Prisma ita prope foramen attingebat, ut nullus divaricandi locus Luci relictus fuisset.* Tertiò, *quòd imago non parallela erat ad Prismatis*

Ccc 2

Accem,

Trans.
Philos.
25. Mens.
Mart An.
1676.
Num 123.
pag. 556.

Num. 123. *Axem*, sed transversa; quòd, inquam, si assertiones *bas comparemus prima hujus experimenti enarrationi à memet-ipso scriptæ* in Philosophicis Transactionibus Num. 80. pag. 3076., Transact. (& pag. 279. & seq. hujus,) *evidenter constabit illas admitti non posse, utpote frontibus adversis pugnantes cum iis; quæ in illâ narratione traduntur.* Rationes, quibus innititur, hæ sunt.

Primò, quòd ego dixeram, quòd *extremitates imaginis colorata videbantur semicirculares, id quod, dicit ille, nunquam accidit, cum res est aliquo ex tribus hisce modis.* Atqui id est me, non contra memetipsum, sed contra experientiam, in pugnam adducere: etenim experimentum ibi describitur tamquam successu gaudens, dum res omnibus illis tribus modis se habent; & etiam nunc affirmare pergo id eventurum esse. Alii experimentum ineant & judicium ferant.

Asserit insuper, quòd *Prisma situm est ad aliquod à foramine intervallum in schemate experimenti Num. 84. pag. 4091.*

TAB. II. Transact., (& pag. 320. hujus, Fig. 7). Sed, quid inde? Schema illud ad demonstrationem pertinet, non ad experimentum, & demonstrationi intervallum infervisset etiamsi hoc intervallum vicies majus positum fuisset, quàm est. In schematibus experimenti Num. 80.

TAB. I. pag. 3086. Transf. (& pag. 293. hujus, Fig. 2.) atque Numeri

TAB. II. 82. pag. 5016. Transf. (& pag. 332. hujus, Fig. 9.) delineatum est prope foramen, & satis prope in Schemate Num. 83. pag.

TAB. II. 4061. Transf. (& pag. 314. hujus, Fig. 5.)

Sed LINO placet Oculos occludere hisce Figuris, & eligere Figuram demonstrationis, & quidem Figuram, à quâ foramen prorsum abest. Etenim Schema Num. 84. pag. 4091. (*Vide Fi-*

TAB. II. *guram* 7.) ejuscemodi est, & in eo tantum non est Radiorum intervallum ad G L, ut foramen, si delineatum esset, ibi poni non potuisset, & eos tamen comprehendere. Sed si statuere volumus foramen ad α , ubi Radii sese decussant; nihil tamen inde conficietur, quandoquidem intervallum α G, five α L est, circiter, dimidiata latitudo lateris Prismatis ($\frac{1}{2}$ AC) quod, opinor, non æquat vicesimam partem intervalli, quod secundum ejus conjecturam requiritur.

Tertiò

Tertiò addit, quòd *alia deducere licet ex eàdem narratione*, NEWTONUS in Opticis tam versatus admiratione captus non fuisset, (ut se fuisse testatur,) videns ejus longitudinem tantò latitudinem superare; quod est phænomenum ob-
 vium, & quod facîle per vulgares Refractionum Leges explicetur.

NI
Peculia-
ris ad
LINUM
responsio.

Sed è contra, potiùs dici potest, quòd, si imago parallela fuisset, nunquam admiratione captus essem, illam videns tantò magis longam quàm latam; est enim phænomenum maximè obvium, & nullà indigens explicatione. Etenim illi, qui communi sensu non carent, perspicientes totum Prisma, aut ferè totum Radii illustratum, nonne expectabunt in pariete Lucem eàdem præditam figurà oblongà, quam habet dum è Prismate egreditur? Itaque LINUS, dum ratiocinium suum confirmare vult me dicens in Opticis valde peritum, illud destruit. Sed, quoniam dicit *Longitudinem imaginis me nullà admiratione afficere debuisse, si imago fuisset transversa, cum id sit valde obvium, & quod facîle per vulgatas Refractionum leges explicetur*. Age, quilibet sumat experimentum integrum, quale à me traditum fuit, hac videlicet Lege, ut *Refractiones ad utrunque Prismatis latus sint æquales*, & inter se conciliare tentet illud & vulgatas Refractionum leges. Contra, hoc fieri non posse inveniet à me demonstratum fuisse in meà ad Patrem PARDIES responsione Num. 84. pag. 4091. Transl., (& pag. 319. hujus).

Denique objicit, quòd *locus ille, in quo dico quòd in hoc experimento Refractiones Radiorum emergentium æquales erant Refractionibus Radiorum incidentium*, Num. 80. pag. 3077. Transl., (& pag. 281. hujus,) rursus evincit imaginem oblongam fuisse parallelam. Veruntamen hæc ipsa assertio satìs probat me contrarium intellexisse, quia est valde à proposito aliena, cum accipitur de imagine parallèlâ, & valde necessaria, cum de transversâ. Quapropter quæ subjicit de Patre PARDIES, omittere poterat, præsertim cum doctus ille Vir orationem meam de transversâ imagine intellexerit, & meis responsionibus acquieverit.

Num. 123.

Hactenus ad LINI Epistolam respondi. Nunc, ut ejuscemodi suspiciones ab ejus Amicis auferam, si illis non sufficit mea meæ sententiæ declaratio, afferam nonnullos alios locos ex meis litteris, quibus cognoscere possint, quomodo quæ dixi de sæpius memoratis tribus hisce circumstantiis, ab initio fuissent intelligenda.

Quod ad *Diem* pertinet, ubique apertè dixi, quòd experimentum factum fuerat in Luce solari, & in Num. 80. pag. 3077. Transf., (& pag. 281. hujus,) quòd imaginis latitudo, juxta mensuram, Solis Diametro respondebat. Sed, quia me falsum esse contenditur, rogo quomodo experimentum, quale narratum est ubi illud voco *Experimentum Crucis*, perfici possit die nubilo. Si enim *experimentum Crucis*, (cui totus innitor,) factum fuisse nequit die nubilo, extra rem est de die nubilo verba facere in primo experimento, quod tantummodo ad hoc introducit. Quo si contenti non sunt, consulant Transactiones Philosophicas Num. 83. pag. 4060, (& pag. 313. hujus,). Ibi etenim dico quomodo, Lente ad Prisma applicatà, rectilineæ extremitates oblongæ imaginis fiant magis distinctæ, quàm cùm Lens adhibita non fuerat. Quod accidere nequit, cùm adest fulgens LINI nubes.

Veniamus ad *Prismatis positionem*. Tibi dixi, Num. 80. pag. 3076. Transf., (& pag. 280. hujus,) quòd ego Lucem in obscurum Cubiculum *ingredientem Prismate excepi*, & pag. 3085. Transf., (at pag. 292. hujus,) quòd *lignea fenestra foramine te-rebratur, & huic foramini aptatur Prisma*; atque paginà proximà, quòd *ABC repræsentat Prisma prope foramen F lignæ fenestræ EG*: & juxta hæc prope foramen in Figurà delineatum perspicitur. Pariter pag. 3077. Transf., (& pag. 280. hujus,) dico quòd imago à *foramine vel Prismate distabat viginti duobus pedibus*; quod in idem recidit ac si dixissem Prisma, (puta, Prismatis latuſ foramini propinquius,) æquè distare ab Imagine ac foramen ipsum, & idcirco Prisma & foramen esse quam-proxima. Et pag. 3078. Transf., (& pag. 283. hujus,) ubi pro lignæ fenestrâ adhibeo asserem solutum, te moneo expressis verbis, quòd asserem *collocavi statim post Prisma*. Omnes hi loci in ipsà meâ primâ Epistolâ de Coloribus agente leguntur. Quis igitur credere

credere posset, quòd aliquis, qui hanc Epistolam legerit, suspica-
retur me Prisma posuisse ad aliquod notabile à foramine interval-
lum, nedum ad tantum, quantum LINUS supponit.

Nunc de *imaginis positione* loquamur. Ea repræsentatur trans-
versa ad Prismatis Axem in Figuris pertinentibus ad Numeros 80.
83. & 85; & Num. 88. pag. 5093, Transf., (& pag. 346. hujus,) NI
Peculia-
ris ad
LINUM
responso.
ubi utor duobus Prismatibus se decussantibus, dico tibi totidem
verbis imaginem ad utrumque transversam fuisse angulo quinque
& quadraginta graduum. Item computatio Num. 80. pag. 3077.
Transf., (& pag. 280. & seq. hujus,) intelligi nequit, nisi imago
parallela fingatur. Sed neque meæ de diversâ Refrangibilitate no-
tiones alio pacto possunt intelligi. Etenim in LINI suppositione
Radii, qui tendunt ad duas imaginis extremitates, æqualiter sunt
refracti. Quòd ad Colores spectat, rubeus, juxta meam descrip-
tionem, alterum imaginis extremum occupat, alterum verò cæ-
ruleus, quod locum habere nequit nisi in transversâ imagine. Quod
etiam demonstrari potest ex iis, quæ narro Num. 80. pag. 3076.
Transf., (& pag. 280. hujus,) de oblongâ imagine, quæ in or-
bicularem mutatur contrariâ secundi Prismatis Refractione, & quæ
explanantur in Num. 83. pag. 4061. Transf., (at pag. 314. hujus,).
Nam hæc non possunt evenire in parallelâ LINI imagine: qua-
propter, si ad hæc LINUS animum advertisset, nunquam in hanc
cogitationem lapsus esset.

Hæc, arbitror, sufficiunt, ad tres memoratas circumstantias in-
apricum proferendas; &, harum singulas evicisse satis est ad
scrupulos omnes eruendos. Itaque LINI Amici nullum locum
habent verendi, ne monita, quæ nuper iis mihi de ratione pericu-
li ineundi, diversa sint ab iis, quæ ipse ab initio secutus sum,
neque de ullâ re solliciti debent esse, quàm de experimento rectè
conficiendo. Attamen, quoniam GASCOINIO libuit insinuare me
mihi non satis constare dum viam instituendi experimenti mon-
stro, molestum non ducam, omnia quæ de hac re dixi, in certa
capita distribuere, & indicare ubi unumquodque caput reperire
liceat.

Primo,

Num. 123. *Primò*, de Prismate habente angulum sexaginta, aut quinque & sexaginta graduum, circiter, agitur Num. 80. pag. 3077. Transf., (& pag. 281. hujus,) & 3086. Transf. (at 293. hujus.) Si angulus esset sexaginta trium, circiter, graduum, ut illo Prismate, quo me usum dico Num. 80. pag. 3077, (& pag. 281. hujus,) omnia comperirentur ad amissim succedere secundum descriptionem à me ibi traditam. Si verò esset major vel minor, veluti triginta, quadraginta, quinquaginta, aut septuaginta graduum, Refractiones essent proportionaliter majores vel minores, & idcirco imago longior vel brevior. Si Prisma foret, quamproximè, æquilaterum, (qualia passim esse reor in omnibus regionibus, ut in Britannia,) maximus angulus adhibendus est. Sed cavendum, ut ita disponatur Prisma, ut Refractiones fiant à duobus Planis maximum angulum hunc comprehendentibus. Dum nonnulla, quæ sunt in LINI epistolâ, considero ferè eò ducor, ut suspicer illum in hoc errasse, quòd crediderit imaginem æquè longam exorituram ex parvâ Refractione, atque ex magnâ; sed cum hic error tantus sit, ut in Virum in Opticis versatum cecidisse credi non possit, nihil affirmo, sed hæc tantummodo GASCONIO indico, ut omnia ponderare possit.

Secundò, hoc Prismate parato, ita locandum est, ut ejus Axis rectos angulos cum Radiis constituat, Num. 84. pag. 4091. lin. 18. 19. Transf., (sed pag. 320. lin. 12. 13. hujus). Exiguus error circa hoc, effectum, quod Sensibus nosci possit, non immutat.

Tertiò, Prisma sic aptari debet, ut Refractiones, quæ à duobus ejus lateribus fiunt, sint æquales, Num. 80. pag. 3077. Transf. (& pag. 281. hujus,) id quomodo expedite fieri possit convertendo Prisma circa suum Axem, & immotum illud sistendo, quando imaginem inter duas contrarias motiones stare conspicias. tum explicatur in ultimis meis descriptionibus, tum innuitur in anteriori Numero 80. pag. 3077. lin. 34. 35. 36. Transf. (& pag. 282. lin. 2. 3. 4. hujus). In hoc etiam si parvus error accideret, nocere non posset.

Quartò,

Quartò, foraminis diametrum statui quartæ pollicis partis, ^{Newtoni Peculiaris ad} Num. 80. pag. 3077. Transl., (ac pag. 281. hujus,) prope quod posui Prisma, & etiam adeò prope ut esset contiguum (ibidem). ^{LINUM responsio.} Veruntamen hæc omnia sollicitè & religiosè servare nihil est necesse. Foramen potest esse alicujus alterius amplitudinis, & Prisma ad aliquod à foramine intervallum, dummodo res ita sint dispositæ, ut Lux sub rotundâ figurâ conspiciatur, si, statim ac à Prismate egreditur, ad rectos angulos intercipiatur. Sed, neque dies est anxie deligendus. Clarissimus quisque optimus est; sed si qua nubes adesset, non inde multum detrimenti acciperet experimentum, dummodo Sol distinctè per nubem eluceret.

Hicce hoc pacto dispositis, Lux refracta ad rectos angulos incidens in parietem vel papyrum ad viginti pedum intervallum à Prismate, aut amplius, oblongam habebit faciem, eritque ad Axem Prismatis transversa, ejusque extremitatem alteram Color rubeus, alteram verò purpureus tenebunt, atque illius longitudo, quinquies, (plus aut minus pro Refractionis quantitate,) latitudine major erit, latera ejusdem crunt rectilinea, & extremitates confusæ, sed quæ semicirculares videantur.

Quapropter spero futurum, ut LINI Amici non diutius in incongruis cogitationibus hæreant, sed experimentum tentent, ut GASCOINIUS est pollicitus. Atque, cum tibi GASCOINIUS dicat, quòd, *quoniam experim ntum ipsum est insolitum & admirandum, & quoniam, præterea, ducit ad nova Optices principia, quæ communibus atque receptis sunt adversa, difficile erit de illius veritate persuadere, donec omnibus ita sit manifestum, ut pudor sit illud inficias ire:* si hoc experimentum tam insolitum existimat, potest habere privilegium reddendi id adeò manifestum, ut pudor sit illud inficias ire. Etenim audeo affirmare, nullum, post ejus testimonium, de eo dubitaturum. Neque dubito, quin ad experimentum hoc perficiendum perveniat; est enim tam planum atque facile, ut mente complecti nequeam quam viam inierit LINUS, ut aberraret.

Dat. Cantabrigiæ ad diem vicessimum nonum Mensis Februarii, Ann. 1677^r/₆.

Is. Newtoni Opuscula. Tom. II.

Ddd

ART.

ART. XXIX.



Epistola data Leodii pertinens ad NEWTONI experimentum de Spectro colorato, & continens nonnullas exceptiones ad ejus Theoriam de LUCE & COLORIBUS.

HONORATISSIME DÔMINE.

Transf.
Philos.
25. Mens.
Sept. An.
1676
Num. 128.
pag. 692.

CUM GASCOINIUS, acceptis humanissimis litteris tuis datis A. D. duodevicesimum Mensis Januarii, cum novis NEWTONI monitis, careret commodis ad experimentum secundum memorata monita conficiendum necessariis, me rogavit ut quod illi deest supplerem. Quibus adductus plura tentamina confeci, de quorum exitu te monitum volo, hisque subdam nonnullas exceptiones experimentis innixas in NEWTONI Theoriam de LUCE & COLORIBUS.

Mei Prismatis angulus verticalis erat sexaginta graduum; paries, in quem incidebat coloratum *Spectrum*, à fenestrâ distabat octodecim, circiter, pedibus; diameter foraminis, quo lignea fenestra terebrata erat, non multum aberat à pollicis quadrante, eamque diametrum, cum usus fuit, ad medietatem usque redegi, sed eventus, quod ad maximum experimenti momentum spectat, semper idem fuit. Utrumque Prismatis latus, quantum quidem efficere potui, Refractiones æquales præbebat; quæ idcirco erant graduum octo & quadraginta cum quadraginta minutis, computatâ refractivâ vitri facultate secundum rationem sinuum ut 2 ad 3. Prisma à fenestræ foramine remotum erat intervallo, circiter, duorum pollicum; Cubiculum autem æquè erat obscurum ac nox obscurissima, cum scilicet fenestræ foramen erat obstructum.

Quod

Quod ad meorum tentaminum exitum pertinet; semper comperi longitudinem imaginis coloratæ (transversæ ad Prismatis Axem) admodum ejus latitudine majorem, quotiescunque sereno die periculum aggressus sum: cum verò aliqua nubes fulgida fuit prope Solem, aliquando conspexi imaginem ad amussim, qualem LINUS tibi descripserat, videlicet magis latam quàm longam, præsertim cum inter Prisma & foramen intervallum magnum intercedebat; quod experimentum cum receptis quoque Refractionum legibus conciliari posse non inficiabitur, puto, NEWTONUS. Et sanè, facilè inter se conciliari possunt, tum duorum horum doctorum Virorum observationes, cum observationes istæ & Veritas; quandoquidem pro longitudine imaginis (ad Prismatis Axem transversæ) quando diei facies est perquam serena, dumtaxat pugnat NEWTONUS; LINUS autem solummodo contendit majorem esse ejusdem imaginis, ad eundem Axem parallelæ, latitudinem, cum fulgida nubes Solem obducit. Veruntamen, quòd attinet ad ea, quæ, præterea, tradidit NEWTONUS & oppugnavit LINUS, scilicet, quòd imaginis Coloribus distinctæ longitudo *quinquies* latitudinis diametrum complectebatur; ego quidem nunquam discrepantiam illam triplo diametri majorem inveni, aut, plurimum, triplo cum dimidio, dum Refractiones ab utroque Prismatis latere æquales conficiebantur. Haftenus de rebus *Facti*.

Veniamus nunc ad NEWTONI THEORIAM de LUCE & COLORIBUS. Fateor pulchram seriem acutissimarum & sponte fluentium illationum ab eo contextam mihi fuisse, dum primò sua scripta legi, firmum indicium pro novæ suæ Doctrinæ veritate, cum antea similem illationum seriem observasssem in naturalibus veritatibus investigandis. Sed, quoniam haftenus non attigit nonnulla experimenta ad Refractionum negotium pertinentia, arbitrabar eorum prosecutionem futuram valde utilem ad meliùs hujus assertionis veritatem detegendam. Etenim, prout novæ huic Theoriæ vel consentanea vel adversa comperiuntur, aut valde illam confirmare, aut prorsus destruere debent. En autem experimenta, quæ ad hoc delegeram.

D d d 2

I.

I.

Cùm sæpius animadvertissem formam rerum Microscopio perfectarum, (seu potius ipsius Microscopii,) in punctum ferè indivisiblem redigi; hinc arguebam duo perexigua frustra serica, alterum coccineum, alterum purpureum, debere, si juxta-ponerentur, valde inæqualiter distincta apparere in Microscopio, secundum NEWTONI Theoriam; siquidem dispar Radiorum inde manantium Refrangibilitas efficere debet ut Radii aut species coccinei Coloris occupent Retinam in ipso violaceorum Radiorum Foco positam, & ideo, ut non parum confusè videatur primum frustum, cùm unum & idem coccinei frusti punctum plures Retinæ nervos percellat. Attamen, quamvis sæpius periculum iteraverim, nullam, quod ad hoc spectat, discrepantiam observare mihi licuit.

II.

Secundum experimentum in aquâ feci. Sumpsi regulam æneam, cui plura serica frustra, rubea, flava, viridia, cærulea, atque purpurea illigavi, ac deinde ea posui in imo quadrato vase aquæ pleno, à quo postea recessi, ita ut neque regulam neque frustra Coloribus imbuta videre possem, nisi ope Radiorum refractorum. Jam, intelligebam me, si NEWTONI doctrina esset vera, non visurum omnes memoratos Colores regulamque in unâ eadémque rectâ lineâ; quia, diversa diversorum Radiorum Refrangibilitas alios magis alios minùs è loco movere debet. Verumtamen re ipsâ, eos in æquè rectâ lineâ, ac ea, in quâ visa fuisset regula nuda, ostenderunt plura tentamina.

III.

Hoc experimentum profecuturus, alteram Refractionem addidi primæ illi, quam aqua ministrabat, ita disposito meo Prismate, ut ad rectos angulos refractas sericorum frustorum atque regulæ species

species reciperet; quapropter, dumtaxat emergentes species Refractionem patiebantur. Sed eventus semper idem fuit; semper serica frustra Oculo per Prisma respicienti in rectâ lineâ apparuerunt.

ANT.
LUCAS
Exceptiones in
NEWTONI
THEORIAM
de LUCE
&c.

IV.

Duabus hisce Refractionibus tertiam adjunxi Species Coloribus distinctas ita obliquato Prismate excipiens, ut refrangerentur cum ingredientibus, tum emergentes. At res, ut antea, etiam tunc successit, illis in rectam lineam dispositis apparentibus.

Quò de experimento certior essem, ne fortè præconcepta opinio, inde nata quòd serica frustra in rectâ lineâ jacere noveram, Oculorum judicium perverteret, (quod nonnunquam cum Oculus de rerum perspectarum intervallis judicat, accidere observaveram,) in Cubiculum advocavi aliquos, quorum nihil hoc intererat quique prorsus ignorabant ubi spectaret experimentum illud; cumque ab iis petiissem, nonne viderent regulam & frustra sub curvæ lineæ facie, negaverunt.

V.

Deinde periclitatus sum Colores simplices, (ut eos vocat NEWTONUS Propos. V., & XIII.,) hac ratione. Duas imagines coloratas ita in parietem projeci, ut coccineus unius Color, & purpureus alterius unam eandemque rectam lineam (Horizonti parallelam) conficerent. Hos postea Colores per aliud Prisma sum intuitus, quos semper jacere vidi in eadem rectâ ad Horizontem parallelâ, in quâ prius illos Oculo nudo perspexeram. Atqui, secundum ea, quæ docet NEWTONUS de Refrangibilitate in diversis Radiis diversâ, mihi videbatur, quòd Prismate juxta Oculum posito magis refringi debebant Radii purpurei quàm cærulei, & quòd idcirco uterque Color in eadem rectâ ad Horizontem parallelâ respici non debebat.

VI.

Aliud experimentum feci ad detegenda nonnulla pertinentia ad mirandum imaginis Coloribus distinctæ phænomenum, quod ingeniosæ NEWTONI Theoriæ de Luce & Coloribus locum dedit æquè ac Telescopio & Microscopio reflectentibus ab eodem egregiè excogitatis. Cùm aliquoties suspicatus fuisssem non solos directos Solis Radios, sed etiam aliam aliquam extraneam Lucem posse *Spectrum* coloratum efficere; me detecturum speravi ope macularum solarium utrùm vera esset ista suspicio, eas nempe in imaginem quam jam sæpe appello, introducens Telescopio post Prisma posito. Sed, cùm nonnullæ suborientes difficultates conatus meos irritos redderent, tandem excogitavi quandam detegendi quod volebam rationem, quam quis facilius actu exsequeretur, ut in experimento sequenti.

Affixi papyrum valde albam, in circulum, (cujus diameter erat unius pollicis,) corrotundatam, meæ ligneæ fenestræ, quam cùm per Prisma respicerem, inveni imaginem coloratam ab illâ in Retinâ meâ depictam ferè omnino similem ei, quam Solis Radii in pariete descripserant, præsertim quando Lux æqualiter erat per totam papyrum diffusa. Colores quidem hujus imaginis in ordinem ordini Colorum prioris contrarium erant dispositi; quandoquidem coccineus erat altissimus, infimus autem purpureus, quanquam languidus. Sed hoc admiratione non affecit me, qui in Oculorum dissectionibus observaveram res aliter in Retinâ pingi, aliter verò perspici. Cùm hoc pacto magis, quàm antea, tractabilem reddidisssem imaginem, bonam spem concepi aliquid detegendi, ad ea pertinens, quæ mihi proposueram.

Igitur à meâ primâ suspicione non recedens firmiter Prisma coloratum TAB. II. locavi, & (Fig. 11.) papyrum C super circulum chartaceum *abcd* ad supernas ejus partes ponendam curavi; quo factò, violaceus Color, qui priùs erat in *d*, & coccineus ipsius C in Albedinem evanuerunt. Deinde memoratum circulum à fenestrâ ligneâ removi, illùmque in apertâ fenestrâ posui sustentatum solummodo extremi-

tremitate *d*; tunc autem, me vehementer obstupefcente, omnes Colores, quos jam videbam, locum in Retinâ permutaverunt, coccineo in infimum & purpureo in altissimum translatis; intermedii autem Colores vix discerni poterant. Atque hîc, ut obiter dicam, notatu dignissimum est, quòd per totam hanc observationem perspicuè vidi Lucem utramque, purpuream & coccineam, esse pellucidam; siquidem mihi per ambas transpicere nonnulla licebat, & nominatim, turres ubi campanæ appenduntur, quæ sunt è confpectu meæ fenestræ. Unde conficitur, Colores hosce, magnam partim, oriri ex proximâ Luce. Denique, rursus ita collocavi circulum papyraceum, ut dimidia ejus pars *b* fenestræ ligneæ hæreret, reliqua verò pars *a* in apertam Lucem versaretur. Quo facto, semicirculus *a* terminatus apparuit, superiùs, Colore violaceo, inferiùs autem coccineo; at alter semicirculus è contra, superiùs, coccineo, inferiùs violaceo. Hinc sequentes illationes conficio.

Pr mò, quòd non solùm Lux, quam chartaceus circulus reflectit, sed etiam illa, quam reflectit aer ambiens, multùm agit in coloratam imaginem, & præcipuè quòd attinet ad Colores violaceum coccineumque. Quapropter, in posterum fortasse non mirum videbitur, quòd Spectrum Coloribus ornatum tam longum in pariete appareat, sed tantùm quòd non sit latior.

Secundò, quòd, si fulgentius corpus post Solem esset, maximè verisimile est Colores Spectri dispositos futuros ordine illi, quem nunc servant, contrario. Unde.

Tertiò, sequi videtur, quòd ordo nunc à Coloribus servatus nascitur, non ab intrinsecâ *Refrangibilitati*; proprietate, (quod NEWTONUS contendit,) sed à fortuitis & extrinsecis circumpositarum rerum circumstantiis; etenim, prout corpus post chartaceum circulum erat aut eo lucidius aut obscurius, omnes diversi Colores situm permutabant.

A
L N T.
U C A S
Exceptiones in
NEWTONI
THEO-
RIAM
de LUCE
&c.

Deinde periculum institui pertinens ad ea, quæ docet NEWTONUS de coloribus primigeniis, ut in Propos. V. Foramen ligneæ fenestræ obduxi tenui lamellâ eburneâ, quam transjiciens Lux erat flava; quæ tamen in rubeam abiit additis tribus, quatuor, aut pluribus lamellis. Hinc videtur confici, quòd Lucis Flavedo non est Color primigenius, sed compositus ex rubeo, &c.

IX.

Meorum experimentorum ultimum refertur ad NEWTONI XII. Propositionem, in quâ reddit rationem, sanè probabilem, à suis principiis deductam mirandi phænomeni ab HOOKIO relati; videlicet, quòd duo liquores, alter violaceus & alter rubeus, quanquam quisque seorsum pellucidus esset, cùm tamen juxta-ponebantur, evadebant opaci. Hujus rei ratio est, inquit NEWTONUS, quòd, quoniam liquor alter solos Radios rubeos, alter solos cæreuleos transmittit, uterque simul nullos transire permittet.

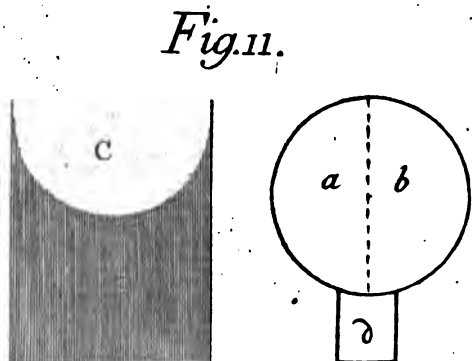
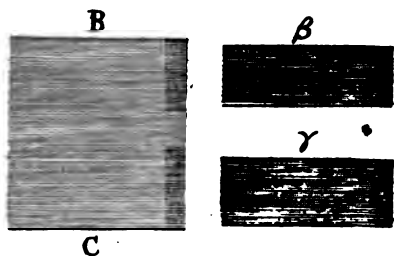
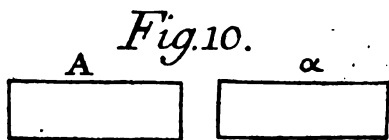
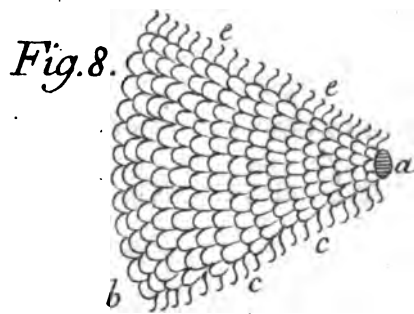
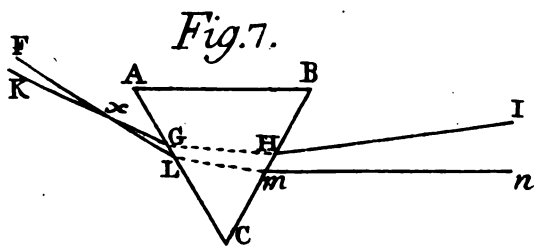
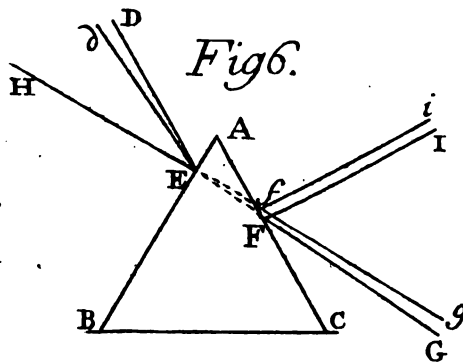
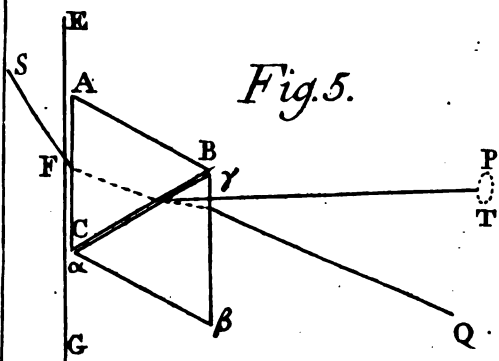
Cæpi igitur duo pocilla vitrea, quorum fundus erat lævis & politus, earumque alterum complevi *Aqua Forti* Colore cæreuleo saturatâ, alterum verò oleo ex resinâ terebinthinâ quod rubeo Colore erat infectum; & omnia per liquorem illum cæreulea, per hunc rubea videbantur; cùm autem hos liquores juxta collocavissem, plura per eos discernere poteram; attamen, secundum NEWTONI Theoriam, nihil per illos videre debuissim; quandoquidem, quoniam alter solummodo rubeos, alter solummodo cæreuleos Radios transmittit, uterque simili nullos transire sinet.

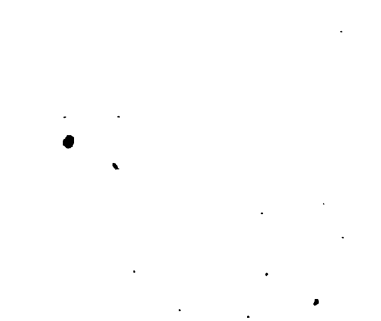
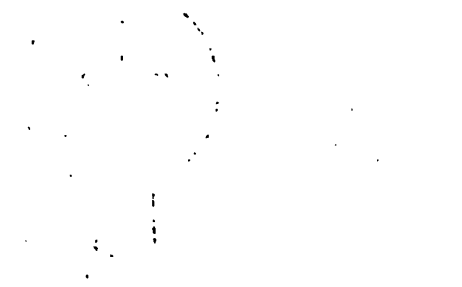
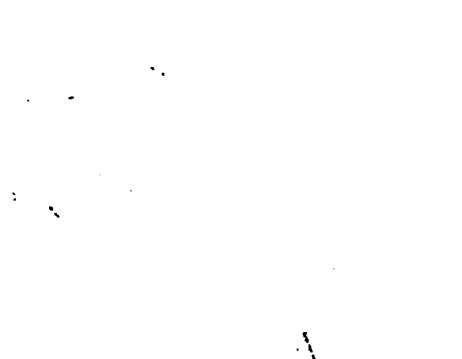
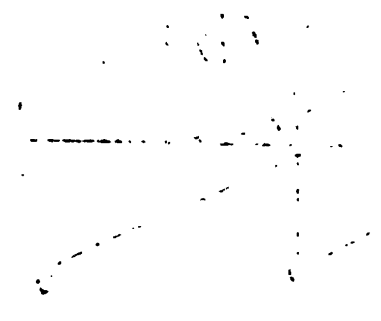
Exceptiones hæc experimentis innixas non malè, spero, accipiet NEWTONUS, quia tantum tendunt ad profectum naturalis scientiæ, & pariter.

DOMINE

Tibi obsequentissimi
ANTONII LUCAS.

POST-





EXCERPTA EX TRANS. PHIL. 401
POST-SCRIPTUM.

Sub ipsâ litterarum harum conclusione à GASCOINIO redditæ mihi fuerunt tuæ datæ A. D. quartum Mensis Maii, in quibus nobis impertiri dignatus es accuratam descriptionem celeberrimi experimenti de Spectro colorato nuper exhibiti coram REGIA SOCIETATE. Valde jucundum fuit videre quòd tentamina hujus nobilis Societatis tam accuratè cum nostris conveniunt, quamvis nostra in nonnullis à NEWTONIANIS discrepent.

A R T. XXX.

NEWTONI *Responsio ad superiorem Epistolam, data ad Editorem.*

QUONIAM illa, quæ LINUS oppugnaverat, vera demonstra- Ibidem
pag. 698.
verunt experimenta, & mihi concedantur; initium faciam à
novâ quæstione de ratione, quam imaginis longitudo habet ad latitudinem. Quæstionem hanc novam appello, quia, quanquam LINUS in ultimâ suâ Epistolâ disceptaverit contra tantam longitudinem, quantam assigno; tamen, ut mihi quidem videtur, id faciebat, non daturus aliquam transversam longitudinem eâ minorem, quam assignaveram, (etenim in primis suis litteris prorsus asserit nullam esse hujuscemodi longitudinem,) sed majorem vim orationi suæ laturus, dum, vulgarem Opticam tuens, contra imaginem transversam in genere disputat. Idcirco in meâ responsione non accuratè descripsi quantitatem anguli refringentis, quo periculum iteraveram; quæ tamen quantitas necessariò fuisset accuratissimè indicanda, si disputatio circa accuratam rationem longitudinis ad latitudinem versata fuisset. Nihilominus addideram (Num. 121. pag. 500. Transact., & pag. 382. hujus,) quòd, quò major est angulus Prismatis, eò major futura est imaginis longitudo ad latitudinem relata; arbitratus futurum
Is. Newtoni Opuscula. Tom. II Eec ut,

Num. 128. ut, postquam aliquo Prismate invenisset imaginis ad Axem transversæ longitudinem, hinc faciliè deduceret se, adhibendo Prisma majori angulo præditum, imaginis longitudinem aucturum, ita ut, usurpato angulo satis magno, ea æquare vel etiam superare posset mensuram à me assignatam, ut re ipsa potest. Etenim, si sumatur angulus septuaginta, aut septuaginta quinque graduum, vel etiam paulò major, longitudo eò perducì potest, ut non solum quinquies, sed etiam septies, aut octies, aut pluries latitudinem contineat. Nihil igitur mirum, si LUCAS minorem, ac ego, longitudinem invenit, dum angulo minori periculum instituit.

Angulus, quo ego usus sum, erat equidem sexaginta trium graduum cum duodecim minutis, circiter, & hic ponitur sexaginta graduum. Discrimen, quod inter hunc angulum & meum intercedit, cum sit dumtaxat trium graduum & duodecim minutorum, non sufficit ad nos conciliandos sed valde nos propinquiores faciet. Si verum angulus hic accuratè mensuratus non fuisset, sed rotundus sexaginta graduum numerus positus conjecturà, aut minùs accuratà mensuratione, (ut factum fuisse conjicio, eò quòd ibidem assertur Refractio Prismatis conjecturà dimensa per rationem finium ut 2 ad 3, cum experimento mensuranda erat,) angulus ille posset esse duobus aut tribus gradibus minor quàm angulus sexaginta graduum, & etiam fortasse minor. Quæ omnia, si ita essent, auferrent ferè totam discrepantiam, quæ nos disjungit.

Quidquid autem sit, certò scio meam observationem satis accuratam esse; nam aliquoties periculum iteravi, post receptas ANTONII LUCAS litteras, & semper inveni meas observationes vix, & ne vix quidem, inter se discrepare, & cum iis, quæ antea scripseram, pulchrè convenire. Atque, ut experiencià perspici possit, quo pacto, crescente angulo, crescant etiam imaginis longitudines, itémque, ne, si quis velit accuratè tentare experimentum, molestiam habeat, sibi comparandi Prisma, cujus angulus ad amissim sit quantitatis à me assignatæ, periculum inii cum diversis angulis, & mea tentamina descripsi in subiectà Tabulâ, in quâ prima Columna exprimit angulos duorum Prismatum, quibus usus sum, quos angulos, quàm accuratissimè potui, sum dimensus, eos applicando ad Sectoris angulum;

secun-

secunda autem Columna refert pollicibus mensuratas longitudes imaginum à singulis hisce angulis confectarum; latitudo verum erat duorum pollicum; intervallum à Prisma decem & octo pedum cum quatuor pollicibus; & amplitudo foraminis in lignea fenestrâ quartæ pollicis partis.

NEWTONI ad ANTON. LUCAS Responsio.

Prisma					
Primum			Secundum		
Anguli		Longitudines	Anguli		Longitudines
Gradi	Minuta		Gradi	Minuta	
56.	10.	$7\frac{1}{4}$.	54.	0.	$7\frac{1}{4}$.
60.	24.	$9\frac{1}{2}$.	62.	12.	$10\frac{1}{2}$.
63.	26.	$10\frac{1}{2}$.	63.	48.	$10\frac{3}{4}$.

Percipere potes, quòd imaginum longitudes, pro angulorum illas progredientium ratione, paulò majores exortæ sunt à secundo Prisma, quàm à primo; cujus rei ratio est, quòd vitrum, ex quo confabatur Prisma secundum, majorem vim refractivam habebat.

Dies, quibus hæc tentamina fuerunt instituta, satis erant fereni, sed non tantum, quantum voluissim; quapropter, postea nactus diem satis ex animi sententiâ serenum, experimenta secundo Prismate repetivi, & comperi longitudes imaginis à singulis angulis genitæ, superare eas, quas prius inveneram, quadrante pollicis, circiter; harum dimensiones præ oculis ponit supposita Tabella.

Prisma		Secundum
Anguli		Longitudines
Gradi, Minuta		
54.	0.	$7\frac{1}{4}$.
62.	12.	$10\frac{1}{2}$.
63.	48.	11 .

Ecc 2

Hujus

Nom. 118.

Hujus discriminis ratio, puto, est quòd Lux Cæli, albicantis in die subnubilo, Colores, qui sunt ad imaginis extremitates, languidiores diluens & extra Oculorum aciem ponens, aliquantulum diminuitur die sereno, & hoc pacto Colorum imaginem longiorem apparere finit; & simul Lux Solis vividior fit, Coloresque fortiores reddit, & languidos illos, qui imaginis extremitates occupant, magis conspicuos efficit. Etenim observavi, quòd, in diebus subnubilis, dum Prisma immobile erat ad fenestram, imago evadebat aut paulò longior aut paulò brevior, prout Sol aut minùs aut magis obscurabatur à tenuibus nubibus ante ejus faciem transeuntibus; imago verò decrefcebat quando nubes erat lucidior & Solis Lux languidior. Hinc facillè intelligitur, quòd, si Lux nubium omnino auferretur, ita ut Sol undique tenebris circumdatus appareret, aut si Solis Lux fortior esset, quàm nunc est, Colorum longitudo semper esset major.

In omnibus his observationibus latitudo imaginis ad duos pollices ad amussim extendebatur. Sed, cùm animadvertissem latera duorum Prismatum à me adhibitorum non esse accuratè plana, sed aliquantùm convexa, (hæc autem convexitas erat, circiter, tanta quantà reperitur in utrinque convexâ Lente Telescopii sexdecim aut duodeviginti pedum,) sumpsi tertium Prisma, cujus latera tantùm erant concava, quantùm latera priorum erant convexa, quod reddidit imaginem latam duobus pollicibus cum triente. Anguli hujus Prismatis, & longitudo imaginis confectæ à singulis angulis videri possunt in hac Tabellâ.

Anguli Gradus	Longitudines
58°	8½°
59½°	9°
62½°	10½°

Nunc perspicias, quòd concava laterum Prismatis figura, Radios paulisper divergentes reddens, conficit imaginis latitudinem majorem, pro longitudinis ratione, quàm aliter esset. Quod tibi indicandum

dum duxi, ut LUCAS perpendere possit an non ejus Prisma sit huic ^{NEWTONI} vitio obnoxium. Si habetur Prisma, cujus latera sint accuratè plana, ^{ad} bene adhiberi potest ad experimenta instituenda; sed meliùs usur- ^{ANT.} pabitur Prisma, cujus latera, præter-propter, ad mei convexitatem ^{LUCAS} accedant, quia istud imaginem multò meliùs definitam præstabit. ^{Responsio.} Etenim talis laterum convexitate idem conficitur, ac si adhiberetur Prisma, cujus latera essent accuratè plana, & inter illud & foramen lignæ fenestræ collocaretur Lens objectiva ex Telescopio duodevigi-
 ginti pedum, quò rotunda Solis imago distinctiùs terminata conspiceretur in pariete, sublato Prismate, & idcirco oblonga imago à Prismate ministrata multò distinctiùs finita appareret, (præsertim quod ad latera ejus rectilinea pertinet,) quàm aliter.

Hoc unum addam, scilicet, quòd mensura complecti debet ultimos imaginis fines à languidissimo rubeo ad cæruleum pariter languidissimum. Etenim, in primâ meâ Epistolâ, ubi longitudinem imaginis latitudinis quintuplam statui, longitudinem hanc appellavi *maximam* longitudinem*: & maximam longitudinem sum dimensus, quia credidi totam illam esse progenitam ab immediatâ Solis Luce; cum viderem Colores, (ut supra indicavi,) in ipsâ maximâ longitudine aspectu percipi, quando dies erat clarissimus, id est, quando solaris Lux valde Lucem nubium superabat. Aliquando accidet, ut Lux fulgens latè hinc inde extra hos Colores ab utrâque imaginis extremitate suborietur; Sed nulla illius ratio habenda est, nam hæc Lux ad imaginem non pertinet. Si bene peraguntur hæc mensurationes, totius imaginis longitudo longitudinem rectilineorum laterum unâ, circiter, imaginis latitudine superare comperietur.

Hæc ita fusè & singillatim explicata, viam, opinor, LUCAS nostro aperient ad inter se concilianda sua & mea experimenti tentamina; saltem, ita ut nulla notatu digna discrepantia superfit. Nam, si quod exiguum discrimen adhuc remanet, negotium ampliùs facessere non debet, cum sint plures circumstantiæ, quæ ad hoc conducunt; talia sunt, tum diversæ Prismatum figuræ, tum diversæ refringendi facultates vitrorum, diversitas diametri solaris in diversis Anni tempestatibus, atque tenues errores, in quos incidere possumus, dum lineas

Ecc 3

angu-

* Nmu 80. pag. 3076. Transf., & pag. 281. hujus.

Num. 123. angulósque metimur, aut dum Prisma ad fenestram statuimus; quamquam, quod ad me spectat, sollicitè conatus sum hæc facere, quam potui, accuratissimè. Quidquid tandem sit, LUCAS certo certius imaginem reperiet æquè, vel etiam magis, longam, quam ego reperi, si adhibeat Prisma, cujus latera in concavitatem trita non sint, sed plana, vel, (quod præstat,) aliquantisper convexa, & cujus angulus refringens tanto superet angulum Prismatis à me usurpati, quanto hic meus superat angulum Prismatis, quo hætenus LUCAS experimentum tentavit; id est, cujus angulus ad sex aut septem supra sexaginta gradus ascendat, vel (si libet) major sit.

De ceteris ejus experimentis, multas illi gratias habeo, quòd hæc tantæ curæ sint illi, ut suscipere voluerit laborem ista perpendendi, & ideo multo majores ei gratias ago, quòd primus mihi miserit experimenta ad horum veritatem indagandam tendentia. Veruntamen citius & plenius sibi satisfaciet paulùm immutans methodum, quam sibi præscripsit, &, pro quampluribus rebus, tentans dumtaxat *experimentum Crucis*. Non enim experimentorum numerus sed pondus respici debet; &, ubi unum sufficit, quid pluribus necesse habemus?

Si plura necessaria duxissem, plura addere potuissem. Quandoquidem, antequam ad Te darem primas meas litteras de Coloribus, multos labores circa pericula susceperam, & librum de hoc argumento scripseram, ubi fusè experimentorum à me initorum præcipua referuntur: evenit autem, ut inter ea sint præcipua illorum, quæ ad me LUCAS misit. Quod verò attinet ad experimenta enarrata in meis primis litteris, ea tantummodo sunt, quæ ex hoc libro feligenda duxi.

Sed, quanquam totum meum experimentorum penu illa conficerent, non tamen LUCAS orationem suam bene fundasset super hypothesisi, quòd me experimenta deficiunt, donec illa pauca tentavisset. Etenim, si ex illis aliqua demonstrativa sunt, ea neque adiutoribus indigent, neque locum relinquunt ad ulteriùs disceptandum de rebus, quas demonstraverunt.

Præcipua res, quæ examinanda venit est *inaequalis Refrangibilitas Lucis*; hæc autem *experimento Crucis* demonstratur. Jam si hæc demonstratio bona est, nihil opus est rem ipsam ulteriùs expendere; si demonstratio bona non est, ostendendum est ejus vitium. Siquidem
 sola

sola ratio expendendæ Propositionis demonstratæ est expendere de-
monstrationem. Priùs igitur expendatur hoc experimentum, & pro
vero agnoscatur id, quod probat; & postea, si LUCAS auxilium
meum desiderat ad explicandas difficultates, quas putat esse in expe-
rimentis à se propositis, eo non carebit; tunc enim pauca verba,
reor, explanabunt omnia. Nunc autem, si rem ad demonstrativum
experimentum deducere deberem, initio ab hisce desumpto, utrique
nostrum sic longæ disputationis molestiam creare possem, &, ob
multitudinem verborum, veritatem potius obruere & obtegere, quàm
detegere & in apertum ponere. Etenim, si antea, nisi post tantas mo-
lestias consentire non potuimus in rebus *facti*, dum agebatur de primo
& faciliiori experimento, in quo quidem non omnino consentimus;
ecquam infinitam molestiam nobis pararemus, si nosmet ipsi tradere-
mus disputationibus, quas omne occurrens argumentum suscitaret;
& interea, quid, in tam molestâ disceptatione de veritate fieret? Quo-
circa, cum via, quam propono, sit omnium brevissima clarissimâque,
(ne dicam, sola via ad metam perducens,) nihil peto, nisi ut LUCAS
æqui bonique consulat, si rogo ut eam ineat, videns illum profiteri se
tantum veritatem querere. Quapropter nunc ei solummodo & in
genere dicam, respondens illi litterarum suarum parti, quæ de experi-
mentis agit, quòd difficultates suæ exortæ sunt, partim, ex eo, quòd
aliquatenus perperam acceperit ea, contra quæ scripsit, &, partim,
ex eo, quòd non satis cautè experimenta instituerit; inter quæ unum
est, quod, legitimè tentatum, est, post *Experimentum Crucis*, om-
nium, quæ noverim, fortissimum ad evincendam inæqualem Lucis
Refractionem, quod tamen affert ad contrarium probandum.

Ex ejus postscripto, quis nesciens quæ facta sunt, credere pos-
set illum *Regiæ Societatis* observationes contra me adducere; cum ta-
men in relatione hujus observationis, quam Tu *Leodium* misisti ne ver-
bum quidem, de accuratâ ratione, quam imaginis longitudo ad ejus
latitudinem habet, pro angulo Prismatis, neque aliud in eâ contineat-
tur, (quantum ex ultimâ tuâ Epistolâ percipere potui,) quàm quod
spectat ad ea, de quibus tunc erat quæstio, videlicet, quòd *Regia So-
cietas* comperit ea succedere ut affirmaveram. Itaque, cum LUCAS
eundem successum invenerit, arbitror, quòd quando ait *sibi jucun-*
dissimum

NEWTON
ad
ANT.
LUCAS
Responsio.

Num. 128. *diffimum esse quòd Regiæ Societatis tentamina tam pulchrè cum suis convenient, intelligit dumtaxat, quantum cum meis conveniunt.*

Et quia rursus de hoc experimento verba facio, percuperem, quòd LUCAS illud iteraret, adhibitis omnibus, quas potest maximas, curis & præcautionibus, & habitâ ratione eorum, quæ de hac re in his literis dico; tum pervelim ut imaginis longitudinem, latitudinem, & intervallum à Prismate, accuratè exprimeret per pedes, pollices, & pollicis partes, ut considerare possim quam rationem ad Solis diametrum habeant imaginis longitudo & latitudo; nam, scio ejus observationem stare non posse, si angulus refringens implet sexaginta gradus, si dies est serenus, & tota Colorum longitudo mensuratur, atque si imaginis latitudo respondet Solis diametro; cùm enim certus sim, quòd observationes meæ accuratè factæ fuerunt, ægrè ferrem, si aliqua alia experimenta vetarent ne huic primùm finem feliciter imponerem.

DOMINE

Tuus &c.

POST-SCRIPTUM.

Oblitus pariter fueram monere, quòd *experimentum Crucis* & alia similia, quæ fieri possunt ad Colorum naturam investigandam, institui debent Prismatibus adeò refringentibus, ut imaginum longitudo quinquies earundem latitudinem contineat, & potius pluries; nam aliter experimenta minùs bene succedent.

ART. XXXI.

Adest etiam in Transf. Philos. (Mens. Maii &c. An. 1721. pag. 169. Num. 368.) ISAACI NEWTONI Tabula Refractionum Aeris, quam hìc supponimus

TABULA

TABULA Refractionum Siderum ad Altitudines apparentes.

Altit. app. Grad. min.	Refraction. min. secun.	Altit. app. Grad. min.	Refraction. min. secun.	Altit. app. Grad. min.	Refraction. min. secun.
0. 0.	33. 45.	16. 0.	3. 4.	46. 0.	0. 52.
0. 15.	30. 24.	17. 0.	2. 53.	47. 0.	0. 50.
0. 30.	27. 35.	18. 0.	2. 43.	48. 0.	0. 48.
0. 45.	25. 11.	19. 0.	2. 34.	49. 0.	0. 47.
1. 0.	23. 7.	20. 0.	2. 26.	50. 0.	0. 45.
1. 15.	21. 20.	21. 0.	2. 18.	51. 0.	0. 44.
1. 30.	19. 46.	22. 0.	2. 11.	52. 0.	0. 42.
1. 45.	18. 22.	23. 0.	2. 5.	53. 0.	0. 40.
2. 0.	17. 8.	24. 0.	1. 59.	54. 0.	0. 39.
2. 30.	15. 2.	25. 0.	1. 54.	55. 0.	0. 38.
3. 0.	13. 20.	26. 0.	1. 49.	56. 0.	0. 36.
3. 30.	11. 57.	27. 0.	1. 44.	57. 0.	0. 35.
4. 0.	10. 48.	28. 0.	1. 40.	58. 0.	0. 34.
4. 30.	9. 50.	29. 0.	1. 36.	59. 0.	0. 32.
5. 0.	9. 2.	30. 0.	1. 32.	60. 0.	0. 31.
5. 30.	8. 21.	31. 0.	1. 28.	61. 0.	0. 30.
6. 0.	7. 45.	32. 0.	1. 25.	62. 0.	0. 28.
6. 30.	7. 14.	33. 0.	1. 22.	63. 0.	0. 27.
7. 0.	6. 47.	34. 0.	1. 19.	64. 0.	0. 26.
7. 30.	6. 22.	35. 0.	1. 16.	65. 0.	0. 25.
8. 0.	6. 0.	36. 0.	1. 13.	66. 0.	0. 24.
8. 30.	5. 10.	37. 0.	1. 11.	67. 0.	0. 23.
9. 0.	5. 22.	38. 0.	1. 8.	68. 0.	0. 22.
9. 30.	5. 6.	39. 0.	1. 6.	69. 0.	0. 21.
10. 0.	4. 52.	40. 0.	1. 4.	70. 0.	0. 20.
11. 0.	4. 27.	41. 0.	1. 2.	71. 0.	0. 19.
12. 0.	4. 5.	42. 0.	1. 0.	72. 0.	0. 18.
13. 0.	3. 47.	43. 0.	0. 58.	73. 0.	0. 17.
14. 0.	3. 31.	44. 0.	0. 56.	74. 0.	0. 16.
15. 0.	3. 17.	45. 0.	0. 54.	75. 0.	0. 15.



OPUS

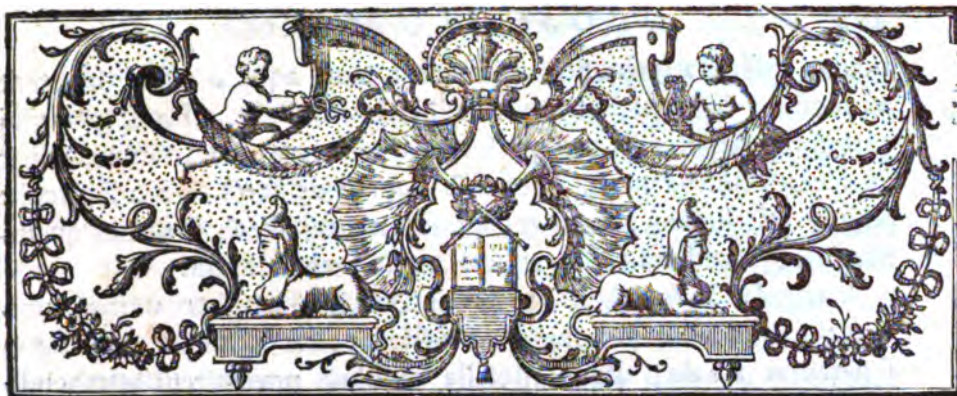
O P U S C U L U M XX.
ISAACI NEWTONI,
D I S S E R T A T I O
DE NATURA ACIDORUM
Cum ejusdem
COGITATIONIBUS VARIIS.

Edit. in Præfat.

DICTIONARIII TECHNICI
JOHANNIS HARRIS

Edit. quintâ LONDINI 1736.

THE
JOURNAL OF THE
ROYAL ANTHROPOLOGICAL INSTITUTE
OF GREAT BRITAIN AND IRELAND
VOLUME 31
PART 1
1901



DE NATURA ACIDORUM

I S. NEWTON, 1692.



ACIDORUM Particulæ sunt aqueis crassiores, & propterea minù volatiles, at terrestribus multò subtiliores, & propterea multò minù fixæ. Vi magnâ attractivâ pollent, & in hac vi consistit earum activitas, quâ & corpora dissolvunt & organa sensuum agitant & pungunt. Mediæ sunt naturæ inter aquam & corpora terrestria, & utraque attrahunt. Per vim

suam attractivam congregantur circum particulas corporum, seu lapideas, seu metallicas, iisque undique adhærent arctissimè, ut ab iisdem deinceps per distillationem vel sublimationem vix possint separari; attractæ verò & undique congregatæ, elevant, disjungunt, & discutiunt Particulas corporum ab invicem, id est, corpora dissolvunt; & per vim attractionis, quâ ruunt in Particulas, commovent fluidum & sic calorem incitant, Particulasque nonnullas aded discutiunt ut in aerem convertant, & sic bullas generant. Et hæc est ratio dissolutionis & fermentationis; acidum verò, attrahendo aquam æquè ac terram, efficit ut Par-

ticulæ dissolutæ promptè misceantur cum aquâ, eîque innatent ad modum Salium. Et, quemadmodum Globus Terræ per vim gravitatis attrahendo aquam fortiùs quàm corpora leviora, efficit ut leviora ascendant in aquâ, & fugiant de terrâ. Sic Particulæ Salium attrahendo aquam fugant se mutuò, & ab invicem, quam-maximè, recedendo per aquam totam expanduntur.

Particulæ Salis alkali ex terreis & acidis similiter unitis constant; sed hæ acidæ vi maximâ attractivâ pollent, ut per ignem non separentur à Sale; útque Metalla dissoluta præcipitent attrahendo ab ipsis Particulas acidas quibus dissolvebantur.

Si Particulæ acidæ minore proportionem cum terrestribus jungantur, ut ab iis supprimi ac occultari videantur. Neque enim sensum jam pungunt, neque attrahunt aquam; sed corpora dulcia, & quæ cum aquâ ægrè miscentur, hoc est, *pinguia* componunt; ut in *Mercurio dulci*, *Sulphure communi*, *Lunâ corneâ*, & *Cupro* quod *Mercurius Sublimatus* corrofit. Ab acidi verò sic suppressi vi attractivâ fit ut *pinguia* corporibus propè universis adhæreant, & flammam faciliè concipiant, si modò acidum calefactum inveniat alia corpora in fumo accensorum, quæ fortiùs attrahat quàm propria. Sed & acidum in sulphureis suppressum fortiùs attrahendo Particulas aliorum corporum, (scilicet terreas,) quàm proprias, Fermentationem lentam & naturalem ciet & fovet usque ad Putrefactionem compositi.

Quæ Putrefactio sita est in eo quòd acidæ Fermentationem diu foventes tandem in interstitia minima & *primæ Compositionis* partes interjacentia sese insinuant intimèque iis partibus unitæ mixtionem novam efficiunt non amovendam nec cum priore commutandam.

Cogitationes variæ ejusdem.

Flamma est fumus candens, differtque à fumo, ut ferrum rubens ab ignito sed non rubente.

Calor est agitatio partium quaquaversum.

Nihil

Nihil est absolute quiescens secundum partes suas , & ideo frigidum , præter atomos , vacui scilicet expertes.

Terra augetur aquâ in eam conversa , & omnia in aquam (vi ignis) reduci possunt.

Nitrum abit distillatione magnam partem in Spiritum acidum relictâ terrâ , quia acidum nitri attrahit Phlegma ; & idcirco simul ascendunt , constituuntque Spiritum : At nitrum carbone accensum magnam partem abit in *Sal Tartari* , quia ignis eo modo applicatus partes acidi & terræ in sese impingit fortiusque unit.

Spiritus ardentis sunt Olea cum Phlegmate per Fermentationem unita.

Tinctura *Cochinellæ* cum Spiritu Vini facta , in aquæ magnam molem immissa , parvâ licet dosi totam aquam inficit : scilicet , quia Particulæ *Cochinellæ* magis attrahuntur ab aquâ , quàm à se mutuo.

Aqua non habet magnam vim dissolvendi , quia paucò acido gaudet. Acidum enim dicimus , quod multum attrahit & attrahitur : Videmus nempe ea , quæ in aquâ solvuntur , lentè & sine effervescentiâ solvi , & ubi est attractio fortis & Particulæ Menstruis undique attrahuntur à Particulâ Metalli , vel potius Particula Metalli undique attrahitur à Particulis Menstrui , hæ illam abripiunt & circumfistunt , hoc est , Metallum corrodunt : Hæ eadem Particulæ Sensorio applicatæ ejus partes eodem modo divellunt , dolorem inferunt ; à quo acidæ appellantur , relictâ scilicet terrâ subtili , cui adhærebant , ob majorem attractionem ad liquidum linguæ , &c.

In omni Solutione per Menstruum Particulæ solvendæ magis attrahuntur à Partibus Menstrui , quàm à se mutuo.

In omni Fermentatione est Acidum suppressum , quod coagulat præcipitando.

Oleum cum nimis magnâ mole Phlegmatis intimè mixtum , fit Salinum quiddam & sic Acetum constituit , hic etiam Tartari seu Terræ admistæ habenda est ratio.

Mercurius

Mercurius attrahitur, id est, corroditur ab Acidis, & sicut pondere obstructions tollit, ita vi attractrice Acida infringit.

Mercurius est volatilis & facillè elevatur calore, quia ejus Particulæ ultimæ Compositionis sunt parvæ & facillè separantur, separatæque sese fugant; ut fit in Particulis Vaporis, Fluidorûmque rarefactorum.

Aqua comprimi non potest, quia ejus Particulæ jamjam se tangunt. Et si se tangerent Particulæ Aeris, (nam Aer comprimi potest, quia ipsius Particulæ nondum se tangunt,) Aer evaderet in Marmor. *Seq. ex Prop. XXIII. Lib. II. Princ. Philosoph.*

Aurum Particulas habet se mutuò trahentes; minimarum summæ vocentur *primæ Compositionis*, harum summarum summæ, *secundæ Compositionis*, &c.

Potest *Mercurius*, potest Aqua Regia Poros pervadere, qui Particulas *ultimæ Compositionis* interjacent, at non alios.

Si posset Menstruum alios illos pervadere, vel si Auri Partes *primæ & secundæ Compositionis* possent separari fieret Aurum, vel fluidum, vel saltem magis malleabile. Si Aurum fermentescere posset, in aliud quodvis corpus posset transformari. Visciditas est vel solum defectus Fluiditatis quæ sita est in Partium parvitate & separabilitate, (intellige partes *ultimæ Compositionis*,) vel defectus lubricitatis seu lævoris partes unius supra alias labi impediens. Hujus Visciditatis Acidum sæpe causa est; sæpe Spiritus alius lubricus terræ junctus; ut Oleum Terebinthinæ Capiti suo Mortuo redditum fit tenax.

Ratio, cur Charta Oleo inuncta transitum Oleo, non Aquæ, concedat, est quia Aqua Oleo non miscetur sed fugatur ab eo.

Cùm Acidæ Partes, minores scilicet, aliquid dissolvunt, id faciunt, quia partem rei solvendæ includunt undique; utpote majorem quâlibet Acidi Partium.

OPUS-

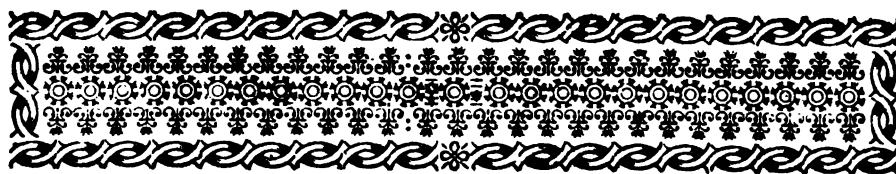
O PUSCULUM XXI.
SCALA GRADUUM
CALORIS ET FRIGORIS
EDITA IN TRANS. PHILOS.

Menfis APRILIS 1701.

Num. 270.

Is. Newtoni Opuscula. Tom. II.

Ggg



ISAACI NEWTONI

S C A L A

GRADUUM CALORIS, ET FRIGORIS.

<i>Aequales Caloris Gradus.</i>		<i>Constantes Caloris Gradus.</i>
o.	o.	C ALOR aeris hyberni, ubi aqua incipit gelu rigescere. Innotescit hic Calor accuratè locando Thermo- metrum in nive compressâ, quo tempore gelu sol- vitur.
o, 1, 2.		Calores aeris hyberni.
2, 3, 4.		Calores aeris verni & autumnalis.
4, 5, 6.		Calores aeris æstivi.
6.		Calor aeris meridiani circa mensem Julium.
12.	1.	Calor maximus, quem Thermometer ad contac- tum corporis humani concipit. Idem, circiter, est Calor Avis ova incubantis.
14 $\frac{5}{11}$	1 $\frac{1}{4}$	Calor balnei propè maximus, quem quis manu immersâ & constanter agitâtâ diutius perferre po- test. Idem ferè est Calor Sanguinis recens effusi.
17.	1	Calor balnei maximus, quem quis manu immer- sâ & immobili manente diutius perferre potest.
20 $\frac{2}{11}$	1 $\frac{3}{4}$	Calor balnei, quo cera innatans & liquefacta deservendo rigescit & diaphaneitatem amittit.
24.	2.	Calor balnei, quo cera innatans incalescendo liquef- cit, & in continuo fluxu sine ebullitione conservatur.

Æquales
Caloris
Gradus.

Constantes Caloris Gradus.

28 $\frac{6}{11}$	2 $\frac{1}{4}$	Calor mediocris inter Calores, quo cera liquefit, & aqua ebullit.
34.	2 $\frac{1}{2}$	Calor, quo aqua vehementer ebullit, & mixtura duarum partium plumbi, trium partium stamni, & quinque partium bismuti defervendo rigescit. Incipit aqua ebullire Calore partium 33; Calorem partium plusquam 34 $\frac{1}{2}$ ebulliendo vix concipit. Ferrum verò defervescens Calore partium 35 vel 36, ubi aqua calida, & 37, ubi frigida in ipsum guttatim incidit, desinit ebullitionem excitare.
40 $\frac{4}{11}$	2 $\frac{3}{4}$	Calor minimus, quo mixtura unius partis plumbi, quatuor partium stamni, & quinque partium bismuti incalescendo liquefit, & in continuo fluxu conservatur.
48.	3.	Calor minimus, quo mixtura æqualium partium stamni, & bismuti liquefit. Hæc mixtura Calore partium 47 defervendo coagulatur.
57.	3 $\frac{1}{4}$	Calor, quo mixtura duarum partium stamni & unius partis bismuti funditur; ut & mixtura trium partium stamni & duarum plumbi; sed mixtura quinque partium stamni & duarum partium bismuti hoc Calore defervendo rigescit. Et idem facit mixtura æqualium partium plumbi & bismuti.
68.	3 $\frac{1}{2}$	Calor minimus, quo mixtura unius partis bismuti, & octo partium stamni funditur. Stannum per se funditur Calore partium 72, & defervendo rigescit Calore partium 70.
81.	3 $\frac{3}{4}$	Calor, quo bismutum funditur, ut & mixtura quatuor partium plumbi & unius partis stamni; sed mixtura quinque partium plumbi & unius partis stamni, ubi fusa est & defervet, in hoc Calore rigescit.

Calor

*Æquales
Caloris
Gradus.*

Constantes Caloris Gradus.

96.	4.	Calor minimus, quo plumbum funditur. Plumbum incallescendo funditur Calore partium 96, vel 97, & defervendo rigescit Calore partium 95.
114.	4 $\frac{1}{2}$	Calor, quo corpora ignita defervendo penitus desinunt in tenebris nocturnis lucere, & vicissim incallescendo incipiunt in iisdem tenebris lucere; sed luce tenuissimâ, quæ sentiri vix possit. Hoc Calore liquefcit mistura æqualium partium stamni & reguli <i>martis</i> , & mistura septem partium bismuti, & quatuor partium ejusdem reguli defervendo rigescit.
136.	4 $\frac{1}{2}$	Calor, quo corpora ignita in tenebris nocturnis cudent, in crepusculo verò neutiquam. Hoc Calore tum mistura duarum partium reguli <i>martis</i> , & unius partis bismuti, tum etiam mistura quinque partium reguli <i>martis</i> , & unius partis stamni defervendo rigescit. Regulus per se rigescit Calore partium 146.
161.	4 $\frac{3}{4}$	Calor, quo corpora ignita in crepusculo proxime ante ortum Solis, vel post occasum ejus manifestò cudent; in clarâ verò diel luce neutiquam, aut non nisi perobscurè.
195.	5.	Calor prunarum in igne parvo culinari ex carbonibus fossilibus bituminosis constructo & absque usu follium ardente. Idem est Calor ferri in tali igne, quantum potest, cudentis; ignis parvi culinaris, qui ex lignis constat, Calor paulò major est, nempe partium 200 vel 210. Et ignis magni major adhuc est Calor, præsertim si folliis cieatur.

In columnâ primâ habentur Gradus Caloris in proportionem arithmeticâ, computum inchoando à Calore, quo aqua incipit gelu rigescere, tanquam ab infimo Caloris gradu, seu commune termino Caloris & Erigoris; & , ponendo Calorem externum

G g g 3

corporis

corporis humani esse partium duodecim. In secundâ columnâ habentur Gradus Caloris in ratione geometricâ sic, ut secundus Gradus sit duplo major primo, tertius item secundo, & quartus tertio, & primus sit Calor externus corporis humani sensibus æquatus.

Patet autem per hanc Tabulam, quòd Calor aquæ bullientis sit ferè triplo major, quàm Calor corporis humani; & quòd Calor stamni liquefcentis sit sextuplo major; & Calor plumbi liquefcentis octuplo major, & reguli liquefcentis duodecuplo major; & Calor ordinarius ignis culinaris sexdecim, vel septemdecim vicibus major, quàm Calor idem corporis humani.

Construeta fuit hæc Tabula ope Thermometri & ferri candentis. Per Thermometrum inveni mensuram Calorum omnium usque ad Calorem, quo stamnum funditur, & per ferrum calefactum inveni mensuram reliquorum. Nam, Calor, quem ferrum calefactum corporibus frigidis sibi contiguis dato tempore communicat, hoc est, Calor, quem ferrum dato tempore amittit, est ut Calor totus ferri. Ideòque, si tempora refrigerii fumantur æqualia, Calores erunt in ratione geometricâ, & propterea per Tabulam Logarithmorum facillè inveniri possunt.

Primum igitur per Thermometrum ex oleo lini constructum inveni, quòd, si oleum, ubi Thermometer in nive liquefcente locabatur, occupabat spatium partium 10000; idem oleum Calore primi gradûs, seu corporis humani, rarefactum occupabat spatium 10256; & Calore aquæ jamjam ebullire incipientis, spatium 10705; & Calore aquæ vehementer ebullientis, spatium 10725; & Calore stamni liquefacti defervientis, ubi incipit rigescere & consistentiam amalgamatis induere, spatium 11516; & ubi omnino rigescit, spatium 11496. Igitur oleum rarefactum fuit ac dilatatum in ratione 40 ad 39 per Calorem corporis humani; in ratione 15 ad 14 per Calorem aquæ bullientis; in ratione 15 ad 13 per Calorem stamni defervientis, ubi incipit coagulari & rigescere; & in ratione 23 ad 20 per Calorem, quo stamnum deferviens omnino rigescit. Rarefactio aeris æquali Calore fuit decuplo major, quàm rarefactio olei; & rarefactio olei, quasi quindecim vicibus major,

major, quàm rarefactio spiritus vini. Et, ex his inventis, ponendo Calores olei ipsius rarefactioni proportionales, & pro Calore corporis humani scribendo partes 12, prodiit Calor aquæ, ubi incipit ebullire, partium 33; & ubi vehementius ebullit, partium 34; & Calor stamni, ubi, vel liquefcit, vel defervendo incipit rigescere & consistentiam amalgamatis induere, prodiit partium 72; & ubi defervendo rigescit & induratur, partium 70. His cognitis, ut reliqua investigarem, calefeci ferrum satis crassum, donec satis canderet, & ex igne cum forcipe etiam candente exemptum locavi statim in loco frigido, ubi ventus constanter spirabat, huic imponendo particulas diversorum Metallorum & aliorum corporum illi quælibet, notavi tempora refrigerii, donec particule omnes amissa fluiditate rigescerent, & Calor ferri æquaretur Calori corporis humani. Deinde, ponendo quod excessus Calorum ferri, & particularum rigescentium, supra Calorem atmospheræ Thermometro inventum, essent in progressionem geometricam, ubi tempora sunt in progressionem arithmeticam, Calores omnes innotuere.

Locavi autem ferrum, non in aere tranquillo, sed in vento uniformiter spirante, ut aer à ferro calefactus semper abriperetur à vento, & aer frigidus in locum ejus uniformi cum motu succederet. Sic enim aeris partes æquales æqualibus temporibus calefactæ sunt, & Calorem conceperunt Calori ferri proportionalem. Calores autem sic inventi eandem habuerunt rationem inter se, cum Caloribus per Thermometrum inventis; & propterea rarefactiones olei ipsius Caloribus proportionales esse rectè assumpsimus.

FINIS

